

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-235558

(43) 公開日 平成4年(1992)8月24日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 7/20		7818-2H		
9/00		7707-2H		
G 0 5 D 3/00	Z	9179-3H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/30	3 1 1 M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-2156

(22) 出願日 平成3年(1991)1月11日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 島海 正樹

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 清野 武寿

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 関谷 智司

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

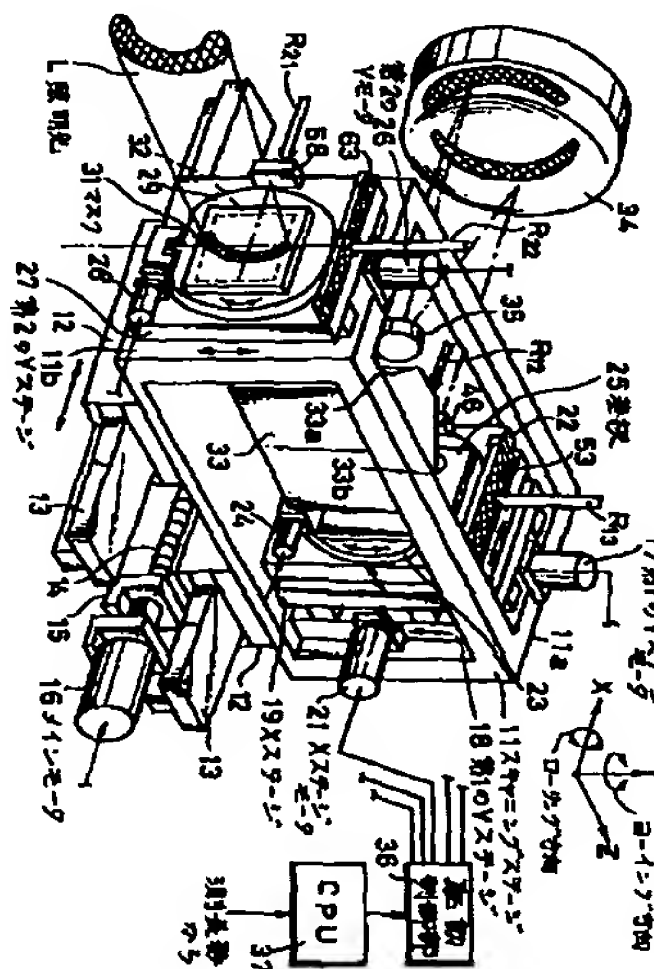
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、基板に露光されるマスクのパターンがずれることがないようにした露光装置を提供することを目的とする。

【構成】 メインモータによって駆動されるスキャンングステージの駆動方向と直交する方向に基板とマスクとが設けられている。スキャンングステージを駆動することによって生じる基板とマスクとのずれ量は、光学測定装置によって測定され、その測定値はCPUに入力される。CPUは駆動制御部を介して基板を保持したステージを駆動制御し、それによって基板とマスクとの間に生じたずれが除去されることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スキャニングステージと、このスキャニングステージを所定方向に駆動する第1の駆動機構と、この第1の駆動機構により駆動される上記スキャニングステージの駆動方向と直交する方向の一端側に設けられ基板を保持する第1の保持部および他端側に設けられマスクを保持する第2の保持部と、上記基板とマスクとの間に設けられ上記マスクに入射した照明光を上記基板に導く光学手段と、上記基板あるいはマスクの少なくとも一方を上記スキャニングステージ上においてスキャニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向に駆動する第2の駆動機構と、上記スキャニングステージが上記第1の駆動機構により駆動されることで生じる上記スキャニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向における上記基板とマスクとの間の相対的ずれ量を測定する測定手段と、この測定手段からの測定値に応じて上記基板とマスクとの間の相対的ずれがなくなるよう上記第2の駆動機構を駆動制御する制御手段とを具備したことを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、とくに大型の基板にパターンを露光するのに好適する露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】露光装置にはマスクと基板とを数十ミクロンのギャップで近接させて露光するプロキシミティ型露光装置、小型のマスクで大型基板上を細かく分割露光していくステッパ型露光装置、マスクと基板との間に光学系を設け、円弧照明により基板の一括露光を行う反射ミラー型投影露光装置などが知られている。

【0003】上記プロキシミティ型露光装置は基板が大きくなる程、ギャップの設定が難しく、また解像力はギャップに依存するため10~30ミクロンと低い。上記ステッパ型露光装置は解像力も高く大型基板に対応可能であるが、スループットが悪く、各露光パターン間で面つぎを必要とするため、面つぎ部で露光パターンの劣化を招く。

【0004】それに対して上記反射ミラー型投影露光装置は上記プロキシミティ型露光装置や上記ステッパ型露光装置のような問題がないため、大型の基板の露光に適する。図6は反射ミラー型投影露光装置の基本的構成を示す。すなわち、同図中1はマスクである。このマスク1は円弧スリット状の照明光Lによって照射される。このマスク1を透過した照明光Lは折返しミラー2の第1の反射面2aに入射してほぼ直角方向に反射する。この照明光Lの反射方向には凹面ミラー3が配設されている。この凹面ミラー3で反射した照明光Lは凸面ミラー4で反射して折返し、再び凹面ミラー3で反射してから上記折返しミラー2の第2の反射面2bで反射する。こ

の第2の反射面2bで反射した照明光は基板5を照射する。それによって、上記マスク1のパターンが上記基板5に投影されることになる。

【0005】このような構成の反射ミラー型投影露光装置において、マスク1のパターン全体を基板5に投影するには、上記マスク1と基板5とを位置合せしたのち、これらを同方向に同時に移動させなければならない。そのため、上記マスク1、基板5は同一のステージに保持され、このスキャニングステージを駆動するようにしている。しかしながら、スキャニングステージを駆動機構によって駆動する場合、このスキャニングステージが駆動方向および直交する方向に対してねじれ（たとえばヨーイング等）を起こすことが避けられないから、それによってスキャニングステージの駆動方向および直交する方向の一端側と他端側とでずれが生じる。つまり、スキャニングステージの一端側に設けられたマスク1と基板5との間にずれが生じ、基板5に転写されるマスク1のパターンに歪みが生じることになる。

【0006】スキャニングステージの移動精度を補償するため、スキャニングステージを空気静圧軸受でガイドし、その軸受圧力を変化させてスキャニングステージの移動精度を確保するようにしたものがある。しかしながら、空気静圧軸受を用いて空気の圧力を制御する方法は、空気が圧縮性であることにより、細かな制御を精度よく行うことが難しいばかりか、1つの軸受の制御が他の軸受へも影響を与える（軸干渉がある）ため、精度向上に限界が生じる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の露光装置は、スキャニングステージを駆動することによってマスクと基板との間にずれが生じ、そのずれによって基板に転写されるパターンに歪みや倍率誤差が発生するということが避けられなかった。

【0008】この発明は上記事情にもとずきなされたもので、その目的とするところは、スキャニングステージを駆動することによって生じるマスクと基板との間のずれを除去し、マスクパターンの転写精度の向上を計ることができるようにした露光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、スキャニングステージと、このスキャニングステージを所定方向に駆動する第1の駆動機構と、この第1の駆動機構により駆動される上記スキャニングステージの駆動方向と直交する方向の一端側に設けられ基板を保持する第1の保持部および他端側に設けられマスクを保持する第2の保持部と、上記基板とマスクとの間に設けられ上記マスクに入射した照明光を上記基板に導く光学手段と、上記基板あるいはマスクの少なくとも一方を上記スキャニングステージ上においてスキャニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向に駆動する第2

3

の駆動機構と、上記スキニングステージが上記第1の駆動機構により駆動されることで生じる上記スキニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向における上記基板とマスクとの間の相対的ずれ量を測定する測定手段と、この測定手段からの測定値に応じて上記基板とマスクとの間の相対的ずれがなくなるよう上記第2の駆動機構を駆動制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0010】

【作用】上記の構成において、スキニングステージが駆動されることで基板とマスクとの間に相対的なずれが生じると、そのずれが測定手段によって測定されることで、その測定値に応じて第2の駆動機構が駆動され、上記ずれが除去される。

【0011】

【実施例】以下、図面を参照してこの発明の実施例を説明する。

【0012】図1はこの発明の一実施例に係る露光装置の構成を示す斜視図である。この露光装置はスキニングステージ11を備えている。このスキニングステージ11は長手方向両側面および上面が開口した中空直方体状に形成されていて、下面の長手方向両端部にはそれぞれ断面はほぼコ字状をなした空気静圧軸受12がスキニングステージ11の幅方向に沿って設けられている。これら空気静圧軸受12は平行に離間対向して配設された一对のガイド体13に非接触状態でスライド自在に嵌挿されている。すなわち、スキニングステージ11は、上記一对のガイド体13に空気圧によって非接触状態で支持されている。

【0013】上記一对のガイド体13間には、ガイド体13と平行に駆動ねじ14が設けられている。この駆動ねじ14は両端部が一对の受け部15（一方のみ図示）によって回転自在に支持され、中途部は上記スキニングステージ11の下面に設けられた図示しない連結部に螺合されているとともに、他端は第1の駆動機構を構成するメインモータ16に連結されている。駆動ねじ14はメインモータ16によって回転駆動される。それによって、スキニングステージ11は一对のガイド体13に沿って駆動される。スキニングステージ11のガイド体13に沿う駆動方向をX方向とする。

【0014】上記スキニングステージ11の上記メインモータ16による駆動方向と直交する方向の一方の側壁11a内面には、第1のYステージモータ17によってスキニングステージ11の高さ方向（この方向をY方向とする）に駆動される第1のYステージ18が一側面をスライド自在に接合させて設けられている。この第1のYステージ18の他側面にはXステージ19が一側面をスライド自在に接合させて設けられている。このXステージ19はXステージモータ21によって上記第1のYステージ18の駆動方向と直交するX方向、つまり

4

メインモータ16によるスキニングステージ11の駆動方向と同方向に駆動されるようになっている。このXステージ19の他側面には、フォーカス調整するために上記Y方向とX方向とがなす平面と直交するZ方向に図示せぬ駆動源によって微小駆動されるZチルトステージ22が一側面を対向させて設けられている。このZチルトステージ22の他側面には、この面と直交する方向を回転中心軸とする θ 方向に回転自在な第1の保持部としての第1の θ テーブル23が一側面を接合させて設けられている。この第1の θ テーブル23は、第1の θ モータ24によって θ 方向に回転駆動されるようになっている。上記 θ テーブル23の他側面には大型の基板25がたとえば真空吸着などの手段によって吸着保持され、この基板25には後述するマスク31のパターンが転写されるようになっている。

【0015】上記スキニングステージ11の他方の側壁11bの外面には第2のYモータ26によってY方向に駆動される第2のYステージ27が一側面を接合させて設けられている。この第2のYステージ27の他側面には第2の θ モータ28によって θ 方向に回転駆動される第2の保持部としての第2の θ テーブル29が設けられている。この θ テーブル29の他側面には所定のパターンが形成された上記マスク31が真空吸着などの手段によって保持されている。上記第2の θ テーブル29、第2のYステージ27および上記スキニングステージ11の他方の側壁11bの上記マスク31のパターンが形成された部分と対応する部分には、光が透過する開口32（第2の θ テーブル29の開口32だけ図示）が穿設されている。

【0016】上記スキニングステージ11の長手方向中央部分、つまり第1の θ テーブル23に保持された上記基板25と上記第2の θ テーブル29に保持されたマスク31の間には断面台形状をなし、両側がそれぞれ第1、第2の反射面33a、33bに形成された折返しミラー33が配置されている。この折返しミラー33の第1の反射面33aにはマスク31の高さ方向（Y方向）ほぼ全長を照射する断面が円弧スリット状に形成されたg線や1線などの波長の短い照明光Lが上記マスク31を透過して入射する。第1の反射面33aで反射した照明光Lは、上記折返しミラー33と対向して配置された凹面ミラー34で反射する。この凹面ミラー34と上記折返しミラー33の間には凸面ミラー35が配設されている。上記凹面ミラー34で反射した照明光Lは上記凸面ミラー35で反射したのち、再び上記凹面ミラー34で反射して折返しミラー33の第2の反射面33bに入射して上記第1の θ テーブル23に保持された基板25を照射する。それによって、上記基板25には上記マスク32のパターンが転写される。

【0017】なお、上記折返しミラー33、凹面ミラー34および凸面ミラー35は、スキニングステージ1

1の移動に連動しないよう図示しない固定部に固定して設けられ、これらの対向間隔が常に一定に保たれるようになっている。

【0018】上記メインモータ16、第1のYステージモータ17、Xステージモータ21、第1のθモータ23、第2のYモータ26および第2のθモータ28は駆動制御部36に接続され、この駆動制御部36からの駆動信号に応じて作動するようになっている。この駆動制御部36には設定部としてのCPU37が接続され、このCPU37からの信号によって上記駆動制御部36から駆動信号が出力されるようになっている。

【0019】スキャニングステージ11がメインモータ16によってX方向に駆動されると、このスキャニングステージ11がY軸を回転中心として回転することで生じる基板25とマスク31との間のX方向に沿うずれ量（以下ヨーイングずれ量という）と、駆動ねじ14（X軸）を回転中心として回転することで生じるY方向に沿う基板25とマスク31とのずれ量（以下ローリングずれ量という）とが図2に示す光学測定装置38によって測定される。なお、図2においては、測定状態を分かり易くするため、第1図に比べて基板25とマスク31との位置関係が逆になっている。

【0020】すなわち、上記光学測定装置38はスキャニングステージ11の長手方向一端側に設置されたレーザヘッド41を有する。このレーザヘッド41から出力されたレーザ光Rは、第1の反射体42で上記スキャニングステージ11の長手方向と平行な方向に進路変更される。進路変更されたレーザ光Rは、2チルドステージ22のY方向に沿う側面と対向する位置で第1のビームスプリッタ43によって垂直方向に上方に反射する光R1と直進方向に透過する光R2とに分割される。

【0021】上記第1のビームスプリッタ43で反射した光R1は第2のビームスプリッタ44によって水平方向に反射する第1の反射光R12と、垂直方向に透過する第1の透過光R13とに分割される。第1の反射光R12は第1のXインタフェロメータ45に入射する。このインタフェロメータ45から出射する第1の反射光R12は上記2チルドステージ22のY方向に沿う上記側面に設けられた第1のXミラー46に入射する。この第1のXミラー46で反射した第1の反射光R12は上記第1のXインタフェロメータ45を介して第1のXレシーバ47に受光される。それによって、上記2チルドステージ22のX方向の変位量、つまり基板25のX方向の座標 X_p が光干渉によって測定され、その測定値は測長器48に入力される。

【0022】上記第1の透過光R13は第2の反射体51で水平方向に反射して第1のYインタフェロメータ52に入射する。この第1のインタフェロメータ52から出射する第1の透過光R13は上記2チルドステージ22のX方向に沿う上端面に設けられた第1のYミラー53に

入射する。この第1のYミラー53で反射した第1の透過光R13は上記第1のYインタフェロメータ52を介して第1のYレシーバ54に受光される。それによって、上記2チルドステージ22のY方向の変位量である基板25のY方向の座標 Y_p が測定され、その測定値は上記測長器48に入力される。

【0023】上記第1のビームスプリッタ43を透過した光R2は上記第2のYステージ26のY方向に沿う一側面と対応する位置で第3の反射体55によって垂直方向上方へ反射する。第3の反射体55で反射した光R2は第3のビームスプリッタ56で水平方向に反射する第2の反射光R21と、垂直方向に透過する第2の透過光R22とに分割される。

【0024】上記第2の反射光R21は第2のXインタフェロメータ57に入射する。このインタフェロメータ57から出射する第2の反射光R12は上記第2のYステージ26のY方向に沿う一側面に設けられた第2のXミラー58に入射する。この第2のXミラー58で反射した第2の反射光R12は上記第2のXインタフェロメータ57を介して第2のXレシーバ59に受光される。それによって、上記第2のYステージ26のX方向の変位量であるマスク31のX方向の座標 X_m が測定され、その測定値は上記測長器48に入力される。

【0025】上記第2の透過光R22は第4の反射体61で水平方向に反射し、上記第2のYステージ26の上端面に対応する位置で第2のYインタフェロメータ62に入射する。このインタフェロメータ62から出射する第2の透過光R22は上記第2のYステージ26のX方向に沿う上端面に設けられた第2のYミラー63に入射する。この第2のYミラー63で反射した第2の透過光R22は上記第2のインタフェロメータ62を介して第2のYレシーバ64に受光される。それによって、上記第2のYステージ26のY方向の変位量であるマスク31のY方向の座標 Y_m が測定され、その測定値は上記測長器48に入力される。

【0026】上記測長器48では基板25とマスク31とのX方向とY方向との座標の相対的ずれ量が求められる。すなわち、上記基板25の上記マスク31に対するX方向の相対的ずれ量 ΔX_p は、 $(\Delta X_p = X_m - X_p)$ で求められ、Y方向のずれ量 ΔY_p は、 $(\Delta Y_p = Y_m - Y_p)$ で求められる。

【0027】上記測長器48で求められた上記基板25の上記マスク31に対するX方向の相対的ずれ量 ΔX_p と、Y方向のずれ量 ΔY_p は上記CPU37に入力される。CPU37では、上記測長器48からのずれ量 ΔX_p 、 ΔY_p を後述する補正係数 A_x 、 A_y で補正し、その補正された値が駆動信号となって上記駆動制御部36に入力される。この駆動制御部36は、CPU37からの駆動信号にもとづいて上記Xステージモータ21と第1のYステージモータ17とを上記ずれ量 ΔX_p と ΔY

p とが0になるよう駆動する。それによって、Z方向において相対向する基板26とマスク31とのX方向とY方向との相対的なずれをなくすることができるようになっている。

【0028】上記補正係数 A_x 、 A_y は、上記光学測定装置38の各部品のアライメントのずれによって生じる測定誤差を補正するための係数である。したがって、基板25が実際に駆動されるX方向とY方向とのずれを補正するために駆動される駆動量 $\Delta X_p'$ 、 $\Delta Y_p'$ は、

$$\Delta X_p' = A_x \cdot \Delta X_p$$

$$\Delta Y_p' = A_y \cdot \Delta Y_p$$

【0029】となる。上記補正係数 A_x 、 A_y は、たとえばスキニングステージ11のX方向の駆動量が0の状態では基板25とマスク31とのX方向とY方向との座標を測定し、そのときのずれ量が0となるように設定すればよい。なお、上記第1のYミラー53と第2のYミラー63の長さ寸法は、照明光Lが基板25をX方向に沿って照射する距離よりも長く設定されている。つぎに、上記構成の露光装置の動作を第4図を参照しながら説明する。

【0030】まず、CPU37にX方向とY方向との補正係数 A_x 、 A_y を設定したならば、基板25とマスク31とのアライメントを行う。つまり、第2のYステージモータ27と第2のθモータ28とを駆動してマスク31を所定の位置に位置決めしたならば、第1のYステージモータ17、第1のXステージモータ21およびリットル1のθモータ24を駆動して基板25を上記マスク31に位置合せする。

【0031】基板25とマスク31とのアライメントが終了したならば、マスク31から照明光Lが入射されるとともに、メインモータ16が駆動されてスキニングステージ11が駆動ねじ14によってX軸方向に沿って駆動される。それによって、マスク31のパターンが折返しミラー33、凹面ミラー34および凸面ミラー35からなる光学手段を介して基板25に照射されるから、この基板25に上記マスク31のパターンが露光されることになる。

【0032】スキニングステージ11がX軸方向に駆動されると、光学測定装置38の測長器48によって基板25とマスク31とのX方向とY方向との相対的ずれ量が測定される。測長器48によって測定された基板25とマスク31とのX方向とY方向との座標のずれ ΔX_p 、 ΔY_p が測定されると、そのずれ量 ΔX_p 、 ΔY_p が補正係数 A_x 、 A_y で補正される。そして、補正されたずれ量 $\Delta X_p'$ 、 $\Delta Y_p'$ にもとづいて駆動制御部36によって基板25を保持した第1のYステージ18とXステージ19とが駆動されて上記ずれ量 $\Delta X_p'$ 、 $\Delta Y_p'$ が除去される。

【0033】すなわち、スキニングステージ11をX軸方向に沿って駆動することでこのスキニングステー

ジ11にヨーイングやローリングが生じ、基板25とマスク31との間にX方向とY方向とに沿うずれが生じて、ずれが生じると同時にそのことが光学測定装置38によって検出され、CPU37を介して駆動制御部36が駆動されることで補正される。したがって、上記基板25には、マスク31のパターンをずれが生じることなく転写することができる。

【0034】図3はヨーイングの発生の説明図である。すなわち、スキニングステージ11がX軸方向に沿って駆動方向に対してY軸を回転中心として角度 θ_y で傾いたとき、基板25とマスク31との間隔を1とすると、マスク31側から入射する照明光Lは、基板25上における照射位置が ΔX_y ずれることになる。したがって、この ΔX_y がヨーイング量となり、このヨーイング量 ΔX_y は、($\Delta X_y = 1 \cdot \theta_y$)で求めることができる。

【0035】なお、図示はしないが、ローリング量はスキニングステージ11がX軸を回転中心としてY方向に傾いたときに生じるずれであり、ヨーイング量と同様にして求めることができる。また、各ステージのX、Y軸を測定する方向は特定されるものでない。

【0036】一方、露光を何回も繰返すことで基板25に収縮などの熱変形が生じるから、その収縮などによるパターンのずれの補正、つまり倍率補正をする必要がある。図4(a)～(c)はX軸方向の倍率補正の原理を説明している。すなわち、照明光Lがマスク31の一端から他端を照射する間に、それぞれのX座標において、基板25のX方向の座標が所定の倍率補正量にもとづいて補正される。それによって、図4(a)のごとくマスク31の一端と基板25の一端との間に ΔX_m のずれがあっても、図4(c)の時点では基板25とマスク31との一端における相対的なずれ ΔX_m が補正されるから、露光を繰返すことで基板25が収縮などしても、各露光工程におけるパターンのずれが補正されることになる。

【0037】この実施例におけるX方向の倍率補正量は以下のごとく行われる。すなわち、各露光工程を開始する前に、基板25とマスク31との熱変形によるずれ量が測定され、その測定値が倍率補正量としてCPU37に入力される。CPU37は、上記倍率補正量を所定のX座標ごとに分割設定する。そして、スキニングステージ11が上記所定のX座標に駆動されるごとに、その座標における倍率補正量に応じてXステージモータ21によって基板25がX方向に駆動されて上記倍率補正が行われる。

【0038】なお、Y方向の倍率補正は、基板25の幅の狭い方向となるため、X軸方向程、補正する必要が少くないものの、その方向の倍率補正をする場合には、照明光Lがマスク31に入射する前に図示しない光学系でY方向に拡大あるいは縮小すればよい。

【0039】このように、スキニングステージ11の

は少なくとも一方向の基板とマスクとの間に生じるずれを測定するとともに、その測定値に応じて上記マスクあるいは基板の少なくとも一方を駆動して上記ずれを除去しながら露光するようにしたから、上記マスクのパターンを上記基板にずれが生じることなく精度よく露光することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 2】同実施例における光学測定装置の概略的構成図。

【図3】同実施例におけるヨーイングの補正原理の説明図。

【図4】図4（a）～（c）は同実施例における倍率補正原理の説明図。

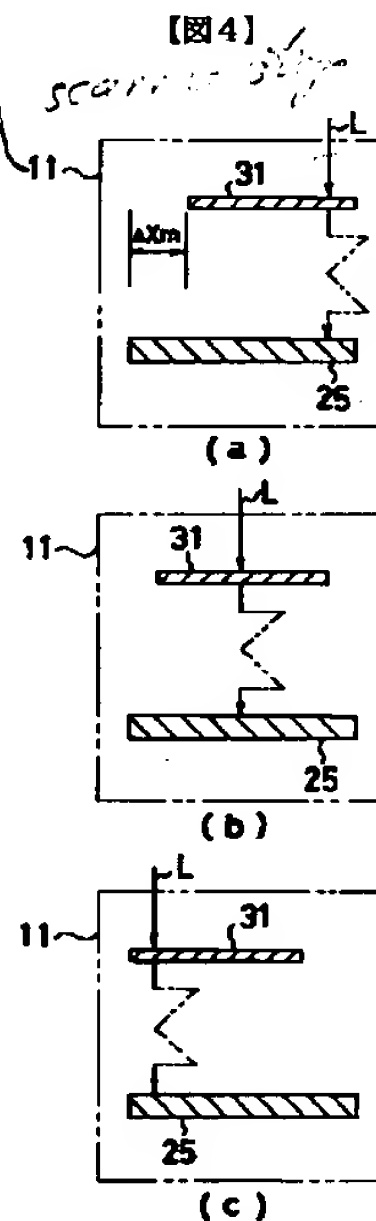
【図5】 同実施例におけるフローチャート。

【図6】 反射ミラー型投影露光装置の原理の説明図。

【符号の説明】

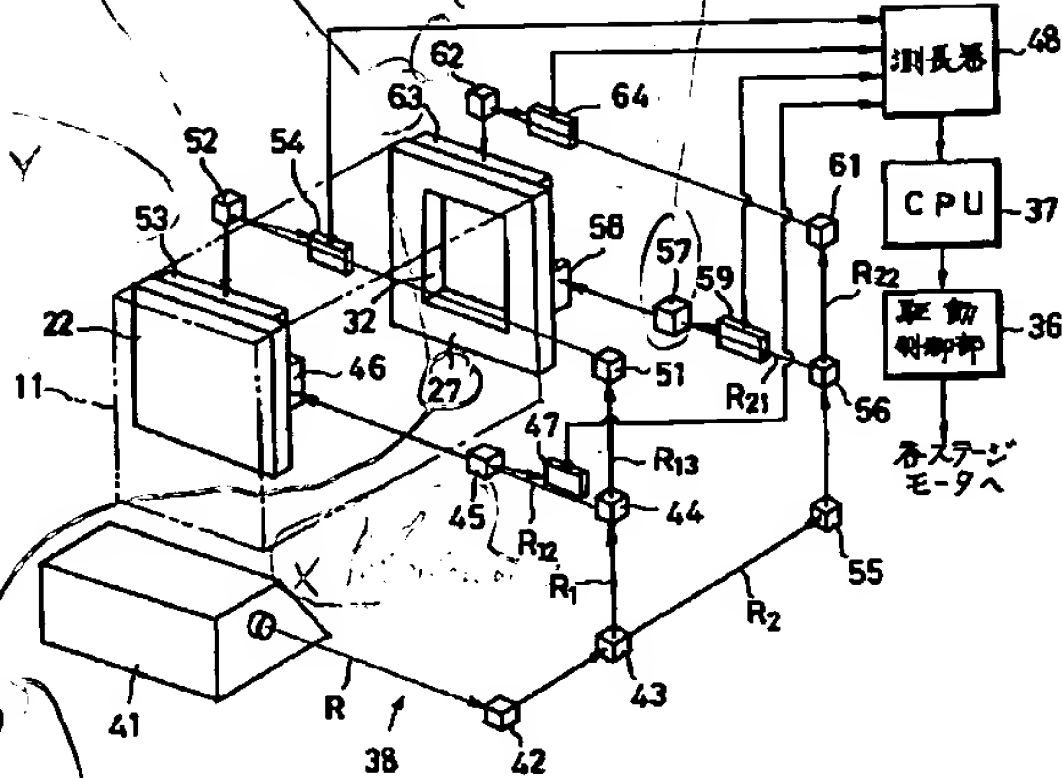
11…スキニングステージ、16…メインモータ（第1の駆動機構）、21…Xステージモータ（第2の駆動機構）、25…基板、31…マスク、33、34、35…光学手段、36…駆動制御部、37…設定部（CPU）、38…光学測定装置。

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、スキャニングステージの駆動方向および直交する方向また

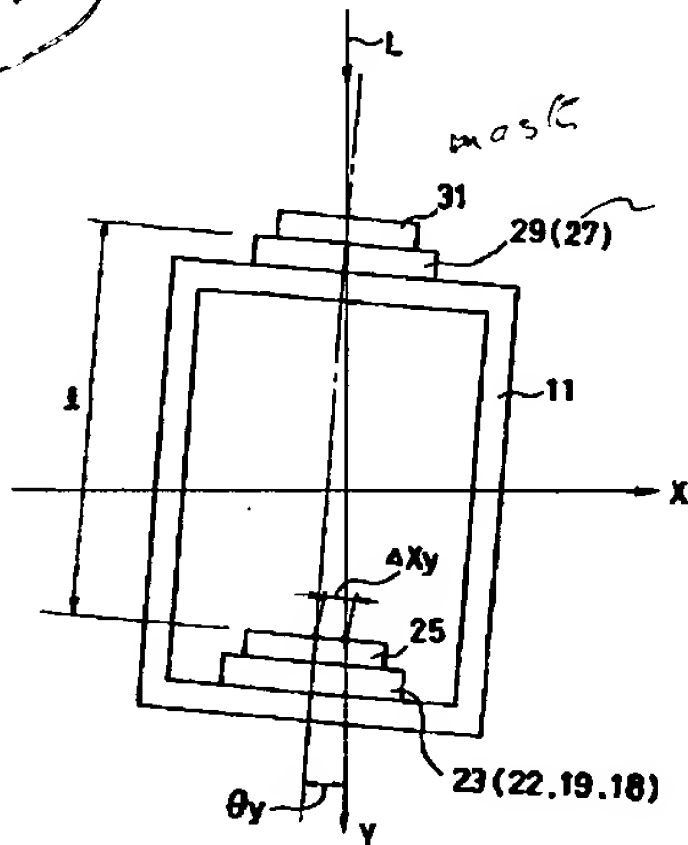


(7)

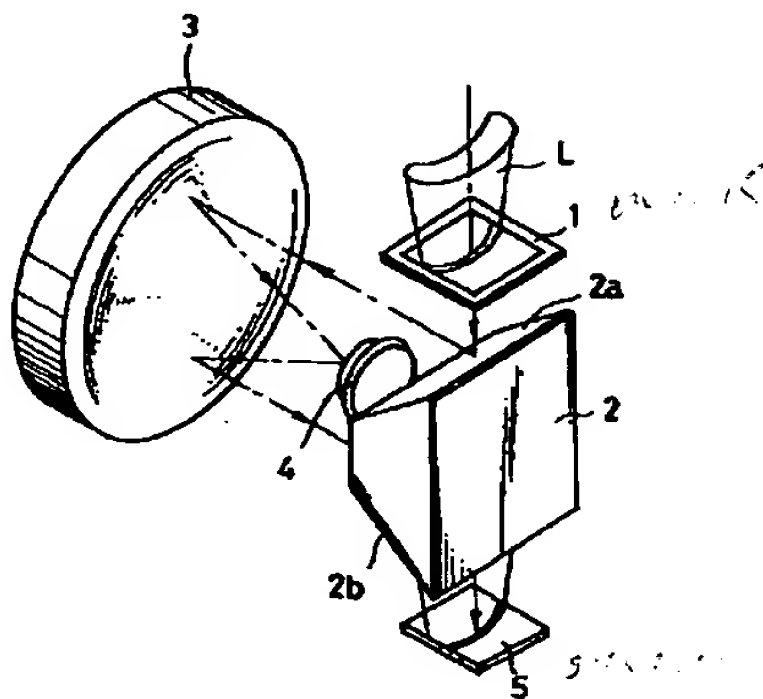
【図2】



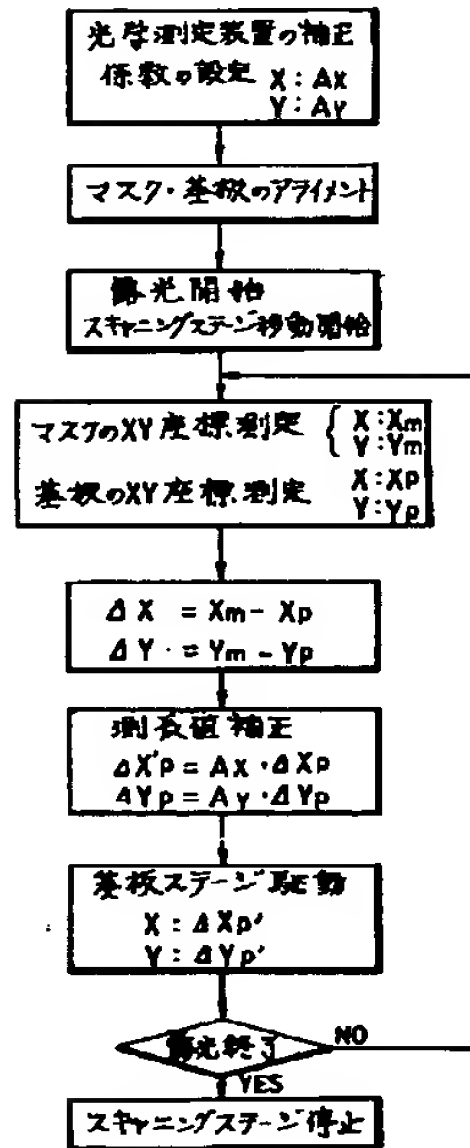
【図3】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 高須 登

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 鈴木 亮一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 4-
235558

EXPOSURE APPARATUS

[Claims]

[Claim 1] An exposure apparatus comprising a scanning stage; a first driving mechanism which drives said scanning stage in a prescribed direction; a first holding section, for holding a substrate, provided at one end of said scanning stage which is driven by said first driving mechanism in a direction perpendicular to the driving direction thereof and a second holding section, for holding a mask, provided at the other end; an optical means provided between said substrate and said mask for directing illuminating light incident on said mask to said substrate; a second driving mechanism which drives at least any one of said substrate and said mask on said scanning stage in the driving direction of the scanning stage and a direction perpendicular thereto or at least a direction; measuring means which measures a relative amount of shift between said substrate and said mask in the driving direction of said scanning stage caused by driving of said scanning stage by said first driving mechanism and a direction perpendicular thereto or at least a direction; and a control means which controls the driving of said second driving mechanism in

response to the measured value from said measuring means so that the relative shift between said substrate and said mask is eliminated.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to an exposure apparatus suitable for exposing a pattern particularly onto large substrates.

[0002]

[Description of the Related Art] The following exposure apparatuses are known: a proximity-type exposure apparatus in which a mask and a substrate are brought close to each other with a gap of several tens of microns; a stepper-type exposure apparatus in which a large substrate is exposed by dividing the substrate into small portions by means of a small mask; and a reflecting-mirror-type projection exposure apparatus in which blanket exposure of a substrate through arcuate illumination by providing an optical system between the mask and the substrate.

[0003] In the above-mentioned proximity-type exposure apparatus, setting the gap becomes more difficult as the substrate becomes larger in size, and the resolution, which is dependent upon the size of gap, is as low as 10 to 30 microns. The above-mentioned stepper-type exposure apparatus, while having high resolution and being capable of

copied with large substrates, has poor throughput and requires face-bonding between individual exposure patterns, leading to deterioration of the exposure patterns at the face joints.

§ [0004] In contrast, the reflecting-mirror-type projection exposure apparatus has no problems such as those encountered in the proximity-type exposure apparatus or the stepper-type exposure apparatus, and is therefore suitable for exposure of large substrates. Fig. 6 illustrates the basic

✓ configuration of the reflecting-mirror-type projection exposure apparatus. Reference numeral 1 in Fig. 6 represents a mask. The mask 1 is irradiated by arcuate slit-shaped illuminating light L. After passing through the mask 1, the illuminating light L is incident on a first reflecting surface 2a of a deflecting mirror 2 and is reflected substantially at right angles. A concave mirror 3 is arranged in the reflected direction of the illuminating light L. The illuminating light L reflected by the concave mirror 3 is deflected back to a convex mirror 4, is reflected again by the concave mirror 3, and then reflected by a second reflecting surface 2b of the deflecting mirror 2. The illuminating light L reflected by the second reflecting surface 2b is irradiated onto a substrate. As a result, a pattern of the mask 1 is projected onto the substrate.

26
85 [0005] In order to project the entire pattern of the mask 1

onto the substrate 5 in a reflecting-mirror-type projection exposure apparatus having the configuration described above, the mask 1 and the substrate 5 must be simultaneously moved in one direction after positional alignment. The mask 1 and the substrate 5 are therefore held on the same stage, and the scanning stage is driven. When driving the scanning stage by a driving mechanism, however, it is inevitable that the scanning stage is distorted (for example, twisting/turning) in the driving direction and a direction perpendicular thereto, resulting in a shift between one end and the other end of the scanning stage in the driving direction and the direction perpendicular thereto. That is, a shift occurs between the mask 1 provided at one end of the scanning stage and the substrate 5, leading to the occurrence of a distortion in the pattern of the mask 1 transferred onto the substrate 5.

[0006] In an example of an apparatus of this type, the displacement accuracy of the scanning stage is compensated for by guiding the scanning stage by means of a static-pressure air bearing, and the displacement precision of the scanning stage is ensured/maintained by adjusting the bearing pressure. However, in the method for controlling the air pressure by use of the static-pressure air bearing, it is difficult to accurately perform delicate control because the air is compressed, and in addition, one bearing

affects the other bearings (shaft interference), resulting in a limited improvement in precision.

[0007]

[Problems to be Solved by the Invention] In conventional exposure apparatuses, as described above, it is inevitable that a shift is caused between the mask and the substrate by driving the scanning stage, and the shift in turn causes a distortion or a magnification error of the pattern transferred onto the substrate.

[0008] The present invention was developed in view of the above-mentioned circumstances and has as an object the provision of an exposure apparatus which permits elimination of a shift between the mask and the substrate, which, as a result of driving the scanning stage, and improvement of the transfer accuracy of the mask pattern.

[0009]

[Means for Solving the Problems] The present invention provides an exposure apparatus comprising a scanning stage; a first driving mechanism which drives the scanning stage in a prescribed direction; a first holding section, for holding a substrate, provided at one end of the scanning stage which is driven by the first driving mechanism in a direction perpendicular to the driving direction thereof and a second holding section, for holding a mask, provided at the other end; an optical means provided between the substrate and the

mask for directing illuminating light incident on the mask to the substrate; a second driving mechanism which drives at least any one of the substrate and the mask on the scanning stage in the driving direction of the scanning stage and a direction perpendicular thereto or at least one direction; measuring means which measures a relative amount of shift between the substrate and the mask in the driving direction of the scanning stage caused by driving of said scanning stage by the first driving mechanism and a direction perpendicular thereto or at least one direction; and a control means which controls the driving of said second driving mechanism in response to the measured value from the measuring means so that the relative shift between the substrate and the mask is eliminated.

[0010]

[Operation] In the above-mentioned configuration, when a relative positional shift is caused between the substrate and the mask as a result of driving the scanning stage, the second driving mechanism is driven in response to the measured value from the measurement of the shift by the measuring means, thus eliminating the shift.

[0011]

[Embodiments] Embodiments of the present invention will now be described with reference to the drawings.

[0012] Fig. 1 is a perspective view illustrating a

configuration of the exposure apparatus of an embodiment of the present invention. The exposure apparatus has a scanning stage 11. The scanning stage 11 is formed into a hollow rectangular parallelepiped shape which is open at the both longitudinal sides and at the upper surface. Static-pressure air bearings 12 each having a substantially U-shaped cross-section are provided at both ends in the longitudinal direction of the lower surface and extend in the width direction of the scanning stage 11. These static-pressure air bearings 12 are slidably inserted in a non-contact state into a pair of parallel guides 13 which face each other and which are separated from each other. That is, the scanning stage 11 is supported in a non-contact manner by the pair of guides 13 by air pressure.

[0013] A driving screw 14 is provided in parallel with the guides 13 and between the pair of guides 13. Both ends of the driving screw 14 are rotatably supported by a pair of supports 15 (only one is shown). The middle portion is screw-connected to a coupling portion (not shown) provided on the lower surface of the scanning stage 11, and the other end is connected to a main motor 16 forming a first driving mechanism. The driving screw 14 is rotatably driven by the main motor 16. As a result, the scanning stage 11 is driven along the pair of guides 13. The driving direction of the scanning stage along the guides 13 is herein referred to as

the X-direction.

[0014] A first Y-stage 18, which is driven in the height direction of the scanning stage 11 (hereinafter referred to as the Y-direction) by a first Y-stage motor 17, is provided on the inner surface of a side wall 11a of the scanning stage 11 in a direction perpendicular to the driving direction of the main motor 16. One side surface of the first Y-stage 18 is slidably connected thereto. An X-stage 19 is provided on the other side surface of the first Y-stage 18. One side surface of the X-stage 19 is slidably connected to the first Y-stage 18. The X-stage 19 is driven in the X-direction perpendicular to the driving direction of the first Y-stage 18 by an X-stage motor 21, i.e., in the same direction as the direction in which the scanning stage 11 is driven by the main motor 16. A Z-chilled stage 22, which is finely driven by a driving source (not shown) in a Z-direction perpendicular to the plane formed by the Y-direction and the X-direction, is provided on the other side surface of the X-stage 19 for adjusting the focus. One side surface of the Z-chilled stage 22 faces that other side surface of the X-stage 19. To the other side surface of the Z-chilled stage 22, there is provided a first θ -table 23 serving as a first holding section rotatable in the θ -direction with a direction perpendicular to the plane of this side surface serving as the rotational axis. One side

surface of the first θ -table 23 is connected to that other side surface of the Z-chilled stage 22. The first θ -table 23 is rotatably driven by a first θ -motor 24. A large substrate 25 is held by attraction by a means such as vacuum adsorption on the other side surface of the θ -table, and a pattern of a mask 31 (described later) is transferred onto the large substrate 25.

[0015] One side surface of a second Y-stage 27, which is driven in the Y-direction by a second Y-motor 26, is connected to the outer surface of the other side wall 11b of the scanning stage 11. A second θ -table 29 serving as a second holding section driven to rotate in the θ -direction by a second θ -motor 28 is provided on the other side surface of the second Y-stage 27. The mask 31 having a pattern formed thereon is held by a means such as vacuum adsorption on the other side surface of the θ -table 29. Openings 32 permitting light transmission (only the opening 32 of the second θ -table 29 is shown) are formed in portions of the second θ -table 29, the second Y-stage 27, and the other side wall 11b of the scanning stage 11 corresponding to the portions having the pattern of the mask 31 formed thereon.

[0016] A deflecting mirror 33 having a trapezoidal cross-sectional shape and having both sides formed into first and second reflecting surfaces 33a and 33b is arranged between the substrate 25 held by the center portion in the

longitudinal direction of the scanning stage 11, i.e., held by the first θ -table 23, and the mask 31 held by the second θ -table 29. Illuminating light L having a short wavelength such as a g-beam or an i-beam having a cross-section formed into an arcuate slit shape which irradiates light in substantially the entire length in the height direction (Y-direction) of the mask 31 enters, through the mask 31, the first reflecting surface 33a of the deflecting mirror 33. The illuminating light L reflected by the first reflecting surface 33a is reflected by a concave mirror 34 arranged opposite the deflecting mirror 33. A convex mirror 35 is arranged between the concave mirror 34 and the deflecting mirror 33. The illuminating light L reflected by the concave mirror 34 is then reflected by the convex mirror 35, is reflected again by the concave mirror 34, enters the second reflecting surface 33b of the deflecting mirror 33, and is irradiated onto the substrate 25 held by the first θ -table 23. As a result, the pattern of the mask 32 is transferred onto the substrate 25.

[0017] The turn-back mirror 33, the concave mirror 34 and the convex mirror 35 are fixed to a fixing section (not shown) so as not to move in coordination with the displacement of the scanning stage 11 so that constant gaps are kept between them.

[0018] The main motor 16, the first Y-stage motor 17, the

X-stage motor 21, the first θ -motor 23, the second Y-motor 26, and the second θ -motor 28 are connected to a driving controller 36 and are operable in response to a driving signal from the driving controller 36. A CPU 37 serving as a setting section is connected to the driving controller 36, and a driving signal is output from the driving controller 36 in response to a signal from the CPU 37.

[0019] When the scanning stage 11 is driven by the main motor 16 in the X-direction, an amount of shift in the X-direction between the substrate 25 and the mask 31, which is caused by rotation of the scanning stage 11 around the Y-axis (hereinafter referred to as an amount of twisting/turning shift), and an amount of shift between the substrate 25 and the mask 31 in the Y-direction, which is caused by rotation around the driving screw 14 (X-axis) (hereinafter referred to as an amount of rolling shift) are measured by an optical measuring unit 38 shown in Fig. 2. In Fig. 2, the positional relationship between the substrate 25 and the mask 31 is reversed as compared with that in Fig. 1 to facilitate understanding of the measurement condition.

[0020] More specifically, the optical measuring unit 38 has a laser head 41 installed at one end in the longitudinal direction of the scanning stage 11. The path of a laser beam R output from the laser head 41 is changed to a direction parallel to the longitudinal direction of the

scanning stage 11 by a first reflector 42. The laser beam R whose path has been changed is divided into a beam R1 reflected vertically upward by a first beam splitter 43 at a position facing a side of the Z-chilled stage along the Y-direction, and a beam R2 passing straight through.

[0021] The beam R1 reflected by the first beam reflector 43 is divided by a second beam splitter 44 into a first reflected beam R12 reflected in the horizontal direction, and a first transmitted beam R13 passing through in the vertical direction. The first reflected beam R12 is incident on a first X-interferometer 45. The first reflected beam R12 irradiated from the interferometer 45 is incident on a first X-mirror 46 provided on the above-mentioned side surface along the Y-direction of the Z-chilled stage 22. The first reflected beam R12 reflected at the first X-mirror 46 is received by a first X-receiver 47 via the first X-interferometer 45. As a result, the amount of displacement in the X-direction of the Z-chilled stage 22, i.e., the coordinate X_p in the X-direction of the substrate 25 is measured by optical interference, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0022] The first transmitted beam R13 is reflected by a second reflector 51 in the horizontal direction and enters a first Y-interferometer 52. The first transmitted beam R13 irradiated from the first Y-interferometer 52 enters a first

Y-mirror 53 provided on the upper end surface of the Z-chilled stage 22 along the X-direction. The first transmitted beam R13 reflected by the first Y-mirror 53 is received by the first Y-receiver 54 via the first Y-interferometer 52. As a result, the coordinate Y_p in the Y-direction of the substrate 25, which is the amount of displacement of the Z-chilled stage 22, is measured, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0023] The beam R2 having passed through the first beam splitter 43 is reflected vertically upward by a third reflector 55 at a position corresponding to a side surface of the second Y-stage 26 in the Y-direction. The beam R2 reflected at the third reflector 55 is divided by a third beam splitter 56 into a second reflected beam R21, which is reflected in the horizontal direction, and a second transmitted beam R22, which passes through in the vertical direction.

150 [0024] The second reflected beam R21 enters a second X-interferometer 57. The second reflected beam R21, after leaving this interferometer 57, enters a second X-mirror 58 provided on a side surface of the second Y-stage 26 in the Y-direction. The second reflected beam R12 reflected by the second X-mirror 58 is received by a second X-receiver 59 via the second X-interferometer 57. As a result, a coordinate X_m in the X-direction of the mask 31, which is the amount of

displacement in the X-direction of the second Y-stage 26, is measured, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0025] The second transmitting beam R22 is reflected in the horizontal direction by a fourth reflector 61, and enters a second Y-interferometer 62 at a position corresponding to the upper end surface of the second Y-stage 26. The second transmitted beam R22, after leaving the interferometer 62, enters a second Y-mirror 63 provided on the upper end surface of the second Y-stage 26 in the X-direction. The second transmitted beam R22 reflected by the second Y-mirror 63 is received by a second Y-receiver 64 via the second interferometer 62. As a result, a coordinate Y_m of the mask 31 in the Y-direction, which is the amount of displacement of the second Y-stage 26 in the Y-direction, is measured, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0026] In the length measuring unit 48, the amount of relative shift between the coordinates of the substrate 25 and the mask 31 in the X-direction and Y-direction is determined. More specifically, the amount of relative shift in the X-direction ΔX_p for the substrate 25 relative to the mask 31 can be calculated from $(\Delta X_p = X_m - X_p)$, and the amount of shift in the Y-direction ΔY_p can be calculated from $(\Delta Y_p = Y_m - Y_p)$.

[0027] The amount of relative shift in the X-direction ΔX_p of the substrate 25 relative to the mask 31 and the amount of relative shift in the Y-direction ΔY_p , as determined by means of the length measuring unit 48, are entered into the CPU 37. In the CPU 37, the amounts of shift ΔX_p and ΔY_p from the length measuring unit 48 are corrected by correction coefficients A_x and A_y described later, and the thus corrected values, serving as driving signals, are entered into the driving controller 36. The driving controller 36 controls the X-stage motor 21 and the first Y-stage motor 17 on the basis of the driving signals from the CPU 37 so that the amounts of shift ΔX_p and ΔY_p become null. As a result, it is possible to eliminate relative shifts in the X-direction and the Y-direction of the substrate 26 and the mask 31 oppositely arranged in the Z-direction.

[0028] The above-mentioned correction coefficients A_x and A_y are coefficients for correcting measurement errors caused by a shift in alignment of various component parts of the optical measuring unit 38. Therefore, the amounts of driving $\Delta X_p'$ and $\Delta Y_p'$ for correcting the X-direction and Y-direction shifts upon actual driving of the substrate 25 are expressed by the following formulae:

$$\Delta X_p' = A_x \cdot \Delta X_p$$

$$\Delta Y_p' = A_y \cdot \Delta X_p$$

[0029] It suffices to set the correction coefficients A_x

and A_y , for example, by measuring coordinates in the X-direction and the Y-direction of the substrate 25 and the mask 31 in a state in which the amount of driving of the scanning stage 11 in the X-direction is 0, so that the amount of shift in this case becomes 0. The lengths of the first Y-mirror 53 and the second Y-mirror 63 are set so as to be longer than the irradiation length of the illuminating light L onto the substrate 25 in the X-direction. The operation of the exposure apparatus having the above-mentioned configuration will now be described with reference to Fig. 4.

[0030] After setting correction coefficients A_x and A_y in the X-direction and the Y-direction in the CPU 37, the substrate 25 and the mask 31 are aligned with each other. More specifically, when the mask 31 is positioned at a prescribed position by driving the second Y-stage motor 27 and the second θ -motor 28, the first Y-stage motor 17, the first X-stage motor 21, and the first θ -motor 24 are driven to align the substrate 25 with the mask 31.

[0031] Upon the completion of alignment of the substrate 25 and the mask 31, the illuminating light L is irradiated from the mask 31, and at the same time, the main motor 16 is driven and the scanning stage 11 is driven in the X-axis direction by the driving screw 14. As a result, the pattern of the mask 31 is irradiated onto the substrate 25 via the

optical means comprising the deflecting mirror 33, the concave mirror 34, and the convex mirror 35, thus exposing the pattern of the mask 31 onto the substrate 25.

[0032] When the scanning stage 11 is driven in the X-axis direction, the amounts of relative shift in the X-direction and the Y-direction of the substrate 25 and the mask 31 are measured by the length measuring unit 48 of the optical measuring unit 38. When the amounts of shift ΔX_p and ΔY_p in the coordinate in the X-direction and the Y-direction of the substrate 25 and the mask 31 measured by the length measuring unit 48 are measured, these amounts of shift ΔX_p and ΔY_p are corrected by means of correction coefficients A_x and A_y . The first Y-stage 18 and the X-stage 19 holding the substrate 25 are driven by the driving controller 36 on the basis of the corrected shifts $\Delta X_p'$ and $\Delta Y_p'$, and these shifts $\Delta X_p'$ and $\Delta Y_p'$ are eliminated.

[0033] More specifically, even when driving of the scanning stage 11 in the X-axis direction causes twisting/ turning or rolling in the scanning stage 11, and shifts occur in the X-direction and the Y-direction between the substrate 25 and the mask 31, such shifts are corrected because the occurrence of a shift is detected by the optical measuring unit 38 immediately upon occurrence and the driving controller 36 is driven via the CPU 37. It is thus possible to transfer the pattern of the mask 31 onto the substrate 25

without the risk of a shift occurring.

[0034] Fig. 3 is a descriptive view of the occurrence of twisting/turning. That is, when the scanning stage 11 is tilted by an angle θ_y around the Y-axis relative to the driving direction in the X-axis direction, assuming that the distance between the substrate 25 and the mask 31 is 1, the illuminating light L irradiated from the mask 31 side would suffer from a shift ΔX_y in irradiating position on the substrate 25. This results in a yaw of ΔX_y which can be calculated from ($\Delta X_y = 1 \cdot \theta_y$).

[0035] Although not shown, the roll represents the shift occurring when the scanning stage 11 is tilted in the Y-direction around the X-axis, and can be calculated in the same manner as for the amount of yaw. The direction of measurement of the X and Y axes for each stage is not specific.

[0036] Repetition of a plurality of exposure runs leads on the other hand to the occurrence of a thermal deformation, such as shrinkage of the substrate 25. It is therefore necessary to correct a pattern shift caused by shrinkage, i.e., to correct magnification. Figs. 4(a) to 4(c) illustrate the principle of magnification correction in the X-axis direction. More specifically, while the illuminating light L irradiates the mask 31 from one end to the other, the X-direction coordinates are corrected on the basis of a

prescribed amount of magnification for the X-coordinate. As a result, even when there is a shift ΔX_m between one end of the mask 31 and one end of the substrate 25, as shown in Fig. 4(a), the relative shift ΔX_m at the ends of the substrate 25 and the mask 31 is corrected at a point in time shown in Fig. 4(c). Therefore, even if the substrate 25 shrinks through repetition of exposure, a shift of the pattern is corrected in each exposure step.

[0037] Magnification correction in the X-direction in this embodiment is carried out as follows. An amount of shift caused by thermal deformation between the substrate 25 and the mask 31 is measured prior to starting each exposing step, and the measured value is entered into the CPU 37 as an amount of magnification correction. The CPU 37 sets this amount of magnification correction separately for each prescribed X-coordinate. Each time the scanning stage 11 is driven to the prescribed coordinate, the substrate 25 is driven in the X-direction by the X-stage motor 21 in response to the amount of magnification correction at that coordinate, thus accomplishing the magnification correction.

[0038] The magnification correction in the Y-direction is accomplished within a narrow range of the width of the substrate 25, thus lowering the necessity to correct, as in the X-axis direction. When correcting the magnification in this direction, however, it suffices to expand or reduce the

range of the illuminating light L through an optical system (not shown) in the Y-direction before it is incident on the mask 31.

[0039] When the illuminating light L is irradiated onto the entire length in the X-direction of the substrate 25 while correcting the yaw direction and roll direction shifts caused by driving of the scanning stage 11, and correcting the magnification caused by thermal deformation of the substrate 25, driving of the scanning stage 11 is discontinued, thus completing pattern exposure of the mask 31 onto the substrate 25.

[0040] In the aforementioned embodiment, the substrate 25 is driven in the X-direction and the Y-direction for carrying out yaw correction, roll correction and magnification correction. A configuration in which the mask 31 is drivable not only in the Y-direction, but also in the X-direction may be adopted so that corrections may be accomplished by driving the mask 31 in the X-direction and the Y-direction. The above-mentioned corrections may be conducted by driving both the substrate 25 and the mask 31.

[0041] In the above-mentioned embodiment, roll correction and magnification correction are applicable in addition to yaw correction. The exposure apparatus of the present invention need only have a configuration in which at least one of these corrections can be carried out. When

performing yaw correction alone, for example, the configuration need only permit driving of the substrate 25 only in the X-direction, and the optical measuring unit 38 need only be capable of measuring only the X-direction shift of the substrate 25 and the mask 31.

[0042]

[Advantages] According to the present invention, as described above, shifts occurring between the substrate and the mask in the driving direction of the scanning stage and a direction perpendicular thereto or at least in one direction are measured, and exposure is carried out while removing the shifts by driving at least one of the mask and the substrate in response to the measured result. It is therefore possible to accurately expose the pattern of the mask without causing a shift in the substrate.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a perspective view illustrating the exposure apparatus of an embodiment of the present invention;

[Fig. 2] Fig. 2 is a schematic configuration diagram of the optical measuring unit in the embodiment shown in Fig. 1;

[Fig. 3] Fig. 3 is a descriptive view of the yaw correction principle in the embodiment shown in Fig. 1;

[Fig. 4] Figs. 4(a) to 4(c) are descriptive views of the

principle of magnification correction in the embodiment shown in Fig. 1;

[Fig. 5] Fig. 5 is a flowchart of the above-mentioned embodiment; and

[Fig. 6] Fig. 6 is a descriptive view of the principle of the reflecting-mirror-type projection exposure apparatus.

[Reference Numerals]

11: Scanning stage; 16: Main motor (first driving mechanism); 21: X-stage motor (second driving mechanism); 25: Substrate; 31: Mask; 33, 34, 35: Optical means; 36: Driving controller; 37: Setting section (CPU); 38: Optical measuring unit.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

2nd I
1126-52

(11)Publication number : 04-235558
 (43)Date of publication of application : 24.08.1992

(51)Int.Cl.

G03F 7/20
 G03F 9/00
 G05D 3/00
 H01L 21/027

(21)Application number : 03-002156
 (22)Date of filing : 11.01.1991

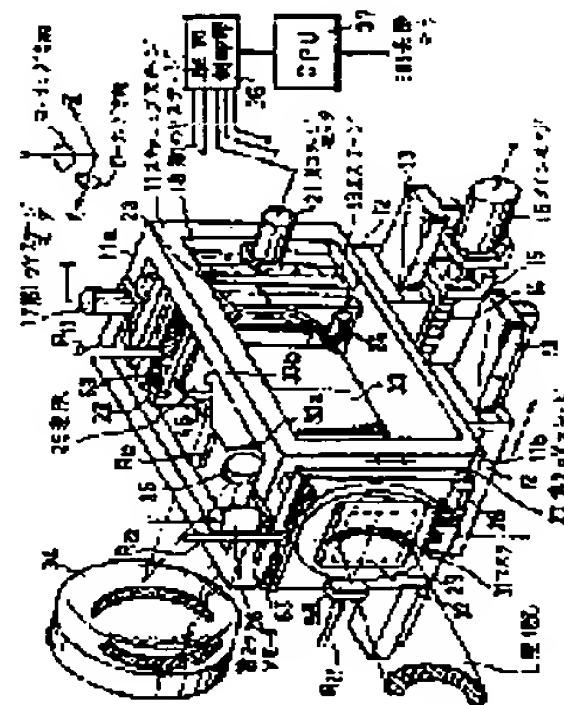
(71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (72)Inventor : CHOKAI MASAKI
 KIYONO TAKETOSHI
 SEKIYA TOMOJI
 TAKASU NOBORU
 SUZUKI RYOICHI

(54) EXPOSURE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an exposure device suitable for exposing a large substrate to form a pattern thereon by providing means for removing the displacement between a substrate and a mask.

CONSTITUTION: The displacement amount ΔX_p of movement in X direction and the displacement amount ΔY_p of movement in Y direction of a substrate 25 relative to a mask 31, both of which are found by a length measuring machine, are input to a CPU 37. The CPU 37 corrects the displacement amounts ΔX_p , ΔY_p input from the length measuring machine and the corrected values are input as drive signals to a drive control portion 36. The drive control portion 36 drives an X-stage motor 21 and a Y-stage motor 17 in response to the drive signals from the CPU 37 so that the displacement amounts ΔX_p and ΔY_p become 0. Therefore the substrate 25 and the mask 31 opposite each other in Z direction are prevented from being displaced relative to each other in the X and Y directions.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 4-
235558

EXPOSURE APPARATUS

[Claims]

[Claim 1] An exposure apparatus comprising a scanning stage; a first driving mechanism which drives said scanning stage in a prescribed direction; a first holding section, for holding a substrate, provided at one end of said scanning stage which is driven by said first driving mechanism in a direction perpendicular to the driving direction thereof and a second holding section, for holding a mask, provided at the other end; an optical means provided between said substrate and said mask for directing illuminating light incident on said mask to said substrate; a second driving mechanism which drives at least any one of said substrate and said mask on said scanning stage in the driving direction of the scanning stage and a direction perpendicular thereto or at least a direction; measuring means which measures a relative amount of shift between said substrate and said mask in the driving direction of said scanning stage caused by driving of said scanning stage by said first driving mechanism and a direction perpendicular thereto or at least a direction; and a control means which controls the driving of said second driving mechanism in

response to the measured value from said measuring means so that the relative shift between said substrate and said mask is eliminated.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to an exposure apparatus suitable for exposing a pattern particularly onto large substrates.

[0002]

[Description of the Related Art] The following exposure apparatuses are known: a proximity-type exposure apparatus in which a mask and a substrate are brought close to each other with a gap of several tens of microns; a stepper-type exposure apparatus in which a large substrate is exposed by dividing the substrate into small portions by means of a small mask; and a reflecting-mirror-type projection exposure apparatus in which blanket exposure of a substrate through arcuate illumination by providing an optical system between the mask and the substrate.

[0003] In the above-mentioned proximity-type exposure apparatus, setting the gap becomes more difficult as the substrate becomes larger in size, and the resolution, which is dependent upon the size of gap, is as low as 10 to 30 microns. The above-mentioned stepper-type exposure apparatus, while having high resolution and being capable of

coping with large substrates, has poor throughput and requires face-bonding between individual exposure patterns, leading to deterioration of the exposure patterns at the face joints.

[0004] In contrast, the reflecting-mirror-type projection exposure apparatus has no problems such as those encountered in the proximity-type exposure apparatus or the stepper-type exposure apparatus, and is therefore suitable for exposure of large substrates. Fig. 6 illustrates the basic configuration of the reflecting-mirror-type projection exposure apparatus. Reference numeral 1 in Fig. 6 represents a mask. The mask 1 is irradiated by arcuate slit-shaped illuminating light L. After passing through the mask 1, the illuminating light L is incident on a first reflecting surface 2a of a deflecting mirror 2 and is reflected substantially at right angles. A concave mirror 3 is arranged in the reflected direction of the illuminating light L. The illuminating light L reflected by the concave mirror 3 is deflected back to a convex mirror 4, is reflected again by the concave mirror 3, and then reflected by a second reflecting surface 2b of the deflecting mirror 2. The illuminating light L reflected by the second reflecting surface 2b is irradiated onto a substrate. As a result, a pattern of the mask 1 is projected onto the substrate.

[0005] In order to project the entire pattern of the mask 1

onto the substrate 5 in a reflecting-mirror-type projection exposure apparatus having the configuration described above, the mask 1 and the substrate 5 must be simultaneously moved in one direction after positional alignment. The mask 1 and the substrate 5 are therefore held on the same stage, and the scanning stage is driven. When driving the scanning stage by a driving mechanism, however, it is inevitable that the scanning stage is distorted (for example, twisting/turning) in the driving direction and a direction perpendicular thereto, resulting in a shift between one end and the other end of the scanning stage in the driving direction and the direction perpendicular thereto. That is, a shift occurs between the mask 1 provided at one end of the scanning stage and the substrate 5, leading to the occurrence of a distortion in the pattern of the mask 1 transferred onto the substrate 5.

[0006] In an example of an apparatus of this type, the displacement accuracy of the scanning stage is compensated for by guiding the scanning stage by means of a static-pressure air bearing, and the displacement precision of the scanning stage is ensured/maintained by adjusting the bearing pressure. However, in the method for controlling the air pressure by use of the static-pressure air bearing, it is difficult to accurately perform delicate control because the air is compressed, and in addition, one bearing

affects the other bearings (shaft interference), resulting in a limited improvement in precision.

[0007]

[Problems to be Solved by the Invention] In conventional exposure apparatuses, as described above, it is inevitable that a shift is caused between the mask and the substrate by driving the scanning stage, and the shift in turn causes a distortion or a magnification error of the pattern transferred onto the substrate.

[0008] The present invention was developed in view of the above-mentioned circumstances and has as an object the provision of an exposure apparatus which permits elimination of a shift between the mask and the substrate, which, as a result of driving the scanning stage, and improvement of the transfer accuracy of the mask pattern.

[0009]

[Means for Solving the Problems] The present invention provides an exposure apparatus comprising a scanning stage; a first driving mechanism which drives the scanning stage in a prescribed direction; a first holding section, for holding a substrate, provided at one end of the scanning stage which is driven by the first driving mechanism in a direction perpendicular to the driving direction thereof and a second holding section, for holding a mask, provided at the other end; an optical means provided between the substrate and the

mask for directing illuminating light incident on the mask to the substrate; a second driving mechanism which drives at least any one of the substrate and the mask on the scanning stage in the driving direction of the scanning stage and a direction perpendicular thereto or at least one direction; measuring means which measures a relative amount of shift between the substrate and the mask in the driving direction of the scanning stage caused by driving of said scanning stage by the first driving mechanism and a direction perpendicular thereto or at least one direction; and a control means which controls the driving of said second driving mechanism in response to the measured value from the measuring means so that the relative shift between the substrate and the mask is eliminated.

[0010]

[Operation] In the above-mentioned configuration, when a relative positional shift is caused between the substrate and the mask as a result of driving the scanning stage, the second driving mechanism is driven in response to the measured value from the measurement of the shift by the measuring means, thus eliminating the shift.

[0011]

[Embodiments] Embodiments of the present invention will now be described with reference to the drawings.

[0012] Fig. 1 is a perspective view illustrating a

configuration of the exposure apparatus of an embodiment of the present invention. The exposure apparatus has a scanning stage 11. The scanning stage 11 is formed into a hollow rectangular parallelepiped shape which is open at the both longitudinal sides and at the upper surface. Static-pressure air bearings 12 each having a substantially U-shaped cross-section are provided at both ends in the longitudinal direction of the lower surface and extend in the width direction of the scanning stage 11. These static-pressure air bearings 12 are slidably inserted in a non-contact state into a pair of parallel guides 13 which face each other and which are separated from each other. That is, the scanning stage 11 is supported in a non-contact manner by the pair of guides 13 by air pressure.

[0013] A driving screw 14 is provided in parallel with the guides 13 and between the pair of guides 13. Both ends of the driving screw 14 are rotatably supported by a pair of supports 15 (only one is shown). The middle portion is screw-connected to a coupling portion (not shown) provided on the lower surface of the scanning stage 11, and the other end is connected to a main motor 16 forming a first driving mechanism. The driving screw 14 is rotatably driven by the main motor 16. As a result, the scanning stage 11 is driven along the pair of guides 13. The driving direction of the scanning stage along the guides 13 is herein referred to as

the X-direction.

[0014] A first Y-stage 18, which is driven in the height direction of the scanning stage 11 (hereinafter referred to as the Y-direction) by a first Y-stage motor 17, is provided on the inner surface of a side wall 11a of the scanning stage 11 in a direction perpendicular to the driving direction of the main motor 16. One side surface of the first Y-stage 18 is slidably connected thereto. An X-stage 19 is provided on the other side surface of the first Y-stage 18. One side surface of the X-stage 19 is slidably connected to the first Y-stage 18. The X-stage 19 is driven in the X-direction perpendicular to the driving direction of the first Y-stage 18 by an X-stage motor 21, i.e., in the same direction as the direction in which the scanning stage 11 is driven by the main motor 16. A Z-chilled stage 22, which is finely driven by a driving source (not shown) in a Z-direction perpendicular to the plane formed by the Y-direction and the X-direction, is provided on the other side surface of the X-stage 19 for adjusting the focus. One side surface of the Z-chilled stage 22 faces that other side surface of the X-stage 19. To the other side surface of the Z-chilled stage 22, there is provided a first θ -table 23 serving as a first holding section rotatable in the θ -direction with a direction perpendicular to the plane of this side surface serving as the rotational axis. One side

surface of the first θ -table 23 is connected to that other side surface of the Z-chilled stage 22. The first θ -table 23 is rotatably driven by a first θ -motor 24. A large substrate 25 is held by attraction by a means such as vacuum adsorption on the other side surface of the θ -table, and a pattern of a mask 31 (described later) is transferred onto the large substrate 25.

[0015] One side surface of a second Y-stage 27, which is driven in the Y-direction by a second Y-motor 26, is connected to the outer surface of the other side wall 11b of the scanning stage 11. A second θ -table 29 serving as a second holding section driven to rotate in the θ -direction by a second θ -motor 28 is provided on the other side surface of the second Y-stage 27. The mask 31 having a pattern formed thereon is held by a means such as vacuum adsorption on the other side surface of the θ -table 29. Openings 32 permitting light transmission (only the opening 32 of the second θ -table 29 is shown) are formed in portions of the second θ -table 29, the second Y-stage 27, and the other side wall 11b of the scanning stage 11 corresponding to the portions having the pattern of the mask 31 formed thereon.

[0016] A deflecting mirror 33 having a trapezoidal cross-sectional shape and having both sides formed into first and second reflecting surfaces 33a and 33b is arranged between the substrate 25 held by the center portion in the

longitudinal direction of the scanning stage 11, i.e., held by the first θ -table 23, and the mask 31 held by the second θ -table 29. Illuminating light L having a short wavelength such as a g-beam or an i-beam having a cross-section formed into an arcuate slit shape which irradiates light in substantially the entire length in the height direction (Y-direction) of the mask 31 enters, through the mask 31, the first reflecting surface 33a of the deflecting mirror 33. The illuminating light L reflected by the first reflecting surface 33a is reflected by a concave mirror 34 arranged opposite the deflecting mirror 33. A convex mirror 35 is arranged between the concave mirror 34 and the deflecting mirror 33. The illuminating light L reflected by the concave mirror 34 is then reflected by the convex mirror 35, is reflected again by the concave mirror 34, enters the second reflecting surface 33b of the deflecting mirror 33, and is irradiated onto the substrate 25 held by the first θ -table 23. As a result, the pattern of the mask 32 is transferred onto the substrate 25.

[0017] The turn-back mirror 33, the concave mirror 34 and the convex mirror 35 are fixed to a fixing section (not shown) so as not to move in coordination with the displacement of the scanning stage 11 so that constant gaps are kept between them.

[0018] The main motor 16, the first Y-stage motor 17, the

X-stage motor 21, the first θ -motor 23, the second Y-motor 26, and the second θ -motor 28 are connected to a driving controller 36 and are operable in response to a driving signal from the driving controller 36. A CPU 37 serving as a setting section is connected to the driving controller 36, and a driving signal is output from the driving controller 36 in response to a signal from the CPU 37.

[0019] When the scanning stage 11 is driven by the main motor 16 in the X-direction, an amount of shift in the X-direction between the substrate 25 and the mask 31, which is caused by rotation of the scanning stage 11 around the Y-axis (hereinafter referred to as an amount of twisting/turning shift), and an amount of shift between the substrate 25 and the mask 31 in the Y-direction, which is caused by rotation around the driving screw 14 (X-axis) (hereinafter referred to as an amount of rolling shift) are measured by an optical measuring unit 38 shown in Fig. 2. In Fig. 2, the positional relationship between the substrate 25 and the mask 31 is reversed as compared with that in Fig. 1 to facilitate understanding of the measurement condition.

[0020] More specifically, the optical measuring unit 38 has a laser head 41 installed at one end in the longitudinal direction of the scanning stage 11. The path of a laser beam R output from the laser head 41 is changed to a direction parallel to the longitudinal direction of the

scanning stage 11 by a first reflector 42. The laser beam R whose path has been changed is divided into a beam R1 reflected vertically upward by a first beam splitter 43 at a position facing a side of the Z-chilled stage along the Y-direction, and a beam R2 passing straight through.

[0021] The beam R1 reflected by the first beam reflector 43 is divided by a second beam splitter 44 into a first reflected beam R12 reflected in the horizontal direction, and a first transmitted beam R13 passing through in the vertical direction. The first reflected beam R12 is incident on a first X-interferometer 45. The first reflected beam R12 irradiated from the interferometer 45 is incident on a first X-mirror 46 provided on the above-mentioned side surface along the Y-direction of the Z-chilled stage 22. The first reflected beam R12 reflected at the first X-mirror 46 is received by a first X-receiver 47 via the first X-interferometer 45. As a result, the amount of displacement in the X-direction of the Z-chilled stage 22, i.e., the coordinate X_p in the X-direction of the substrate 25 is measured by optical interference, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0022] The first transmitted beam R13 is reflected by a second reflector 51 in the horizontal direction and enters a first Y-interferometer 52. The first transmitted beam R13 irradiated from the first Y-interferometer 52 enters a first

Y-mirror 53 provided on the upper end surface of the Z-chilled stage 22 along the X-direction. The first transmitted beam R13 reflected by the first Y-mirror 53 is received by the first Y-receiver 54 via the first Y-interferometer 52. As a result, the coordinate Y_p in the Y-direction of the substrate 25, which is the amount of displacement of the Z-chilled stage 22, is measured, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0023] The beam R2 having passed through the first beam splitter 43 is reflected vertically upward by a third reflector 55 at a position corresponding to a side surface of the second Y-stage 26 in the Y-direction. The beam R2 reflected at the third reflector 55 is divided by a third beam splitter 56 into a second reflected beam R21, which is reflected in the horizontal direction, and a second transmitted beam R22, which passes through in the vertical direction.

[0024] The second reflected beam R21 enters a second X-interferometer 57. The second reflected beam R21, after leaving this interferometer 57, enters a second X-mirror 58 provided on a side surface of the second Y-stage 26 in the Y-direction. The second reflected beam R12 reflected by the second X-mirror 58 is received by a second X-receiver 59 via the second X-interferometer 57. As a result, a coordinate X_m in the X-direction of the mask 31, which is the amount of

displacement in the X-direction of the second Y-stage 26, is measured, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0025] The second transmitting beam R22 is reflected in the horizontal direction by a fourth reflector 61, and enters a second Y-interferometer 62 at a position corresponding to the upper end surface of the second Y-stage 26. The second transmitted beam R22, after leaving the interferometer 62, enters a second Y-mirror 63 provided on the upper end surface of the second Y-stage 26 in the X-direction. The second transmitted beam R22 reflected by the second Y-mirror 63 is received by a second Y-receiver 64 via the second interferometer 62. As a result, a coordinate Y_m of the mask 31 in the Y-direction, which is the amount of displacement of the second Y-stage 26 in the Y-direction, is measured, and the measured value is entered into the length measuring unit 48.

[0026] In the length measuring unit 48, the amount of relative shift between the coordinates of the substrate 25 and the mask 31 in the X-direction and Y-direction is determined. More specifically, the amount of relative shift in the X-direction ΔX_p for the substrate 25 relative to the mask 31 can be calculated from ($\Delta X_p = X_m - X_p$), and the amount of shift in the Y-direction ΔY_p can be calculated from ($\Delta Y_p = Y_m - Y_p$).

[0027] The amount of relative shift in the X-direction ΔX_p of the substrate 25 relative to the mask 31 and the amount of relative shift in the Y-direction ΔY_p , as determined by means of the length measuring unit 48, are entered into the CPU 37. In the CPU 37, the amounts of shift ΔX_p and ΔY_p from the length measuring unit 48 are corrected by correction coefficients A_x and A_y described later, and the thus corrected values, serving as driving signals, are entered into the driving controller 36. The driving controller 36 controls the X-stage motor 21 and the first Y-stage motor 17 on the basis of the driving signals from the CPU 37 so that the amounts of shift ΔX_p and ΔY_p become null. As a result, it is possible to eliminate relative shifts in the X-direction and the Y-direction of the substrate 26 and the mask 31 oppositely arranged in the Z-direction.

[0028] The above-mentioned correction coefficients A_x and A_y are coefficients for correcting measurement errors caused by a shift in alignment of various component parts of the optical measuring unit 38. Therefore, the amounts of driving $\Delta X_p'$ and $\Delta Y_p'$ for correcting the X-direction and Y-direction shifts upon actual driving of the substrate 25 are expressed by the following formulae:

$$\Delta X_p' = A_x \cdot \Delta X_p$$

$$\Delta Y_p' = A_y \cdot \Delta Y_p$$

[0029] It suffices to set the correction coefficients A_x

and A_y , for example, by measuring coordinates in the X-direction and the Y-direction of the substrate 25 and the mask 31 in a state in which the amount of driving of the scanning stage 11 in the X-direction is 0, so that the amount of shift in this case becomes 0. The lengths of the first Y-mirror 53 and the second Y-mirror 63 are set so as to be longer than the irradiation length of the illuminating light L onto the substrate 25 in the X-direction. The operation of the exposure apparatus having the above-mentioned configuration will now be described with reference to Fig. 4.

[0030] After setting correction coefficients A_x and A_y in the X-direction and the Y-direction in the CPU 37, the substrate 25 and the mask 31 are aligned with each other. More specifically, when the mask 31 is positioned at a prescribed position by driving the second Y-stage motor 27 and the second θ -motor 28, the first Y-stage motor 17, the first X-stage motor 21, and the first θ -motor 24 are driven to align the substrate 25 with the mask 31.

[0031] Upon the completion of alignment of the substrate 25 and the mask 31, the illuminating light L is irradiated from the mask 31, and at the same time, the main motor 16 is driven and the scanning stage 11 is driven in the X-axis direction by the driving screw 14. As a result, the pattern of the mask 31 is irradiated onto the substrate 25 via the

optical means comprising the deflecting mirror 33, the concave mirror 34, and the convex mirror 35, thus exposing the pattern of the mask 31 onto the substrate 25.

[0032] When the scanning stage 11 is driven in the X-axis direction, the amounts of relative shift in the X-direction and the Y-direction of the substrate 25 and the mask 31 are measured by the length measuring unit 48 of the optical measuring unit 38. When the amounts of shift ΔX_p and ΔY_p in the coordinate in the X-direction and the Y-direction of the substrate 25 and the mask 31 measured by the length measuring unit 48 are measured, these amounts of shift ΔX_p and ΔY_p are corrected by means of correction coefficients A_x and A_y . The first Y-stage 18 and the X-stage 19 holding the substrate 25 are driven by the driving controller 36 on the basis of the corrected shifts $\Delta X_p'$ and $\Delta Y_p'$, and these shifts $\Delta X_p'$ and $\Delta Y_p'$ are eliminated.

[0033] More specifically, even when driving of the scanning stage 11 in the X-axis direction causes twisting/ turning or rolling in the scanning stage 11, and shifts occur in the X-direction and the Y-direction between the substrate 25 and the mask 31, such shifts are corrected because the occurrence of a shift is detected by the optical measuring unit 38 immediately upon occurrence and the driving controller 36 is driven via the CPU 37. It is thus possible to transfer the pattern of the mask 31 onto the substrate 25

without the risk of a shift occurring.

[0034] Fig. 3 is a descriptive view of the occurrence of twisting/turning. That is, when the scanning stage 11 is tilted by an angle θ_y around the Y-axis relative to the driving direction in the X-axis direction, assuming that the distance between the substrate 25 and the mask 31 is 1, the illuminating light L irradiated from the mask 31 side would suffer from a shift ΔX_y in irradiating position on the substrate 25. This results in a yaw of ΔX_y which can be calculated from ($\Delta X_y = 1 \cdot \theta_y$).

[0035] Although not shown, the roll represents the shift occurring when the scanning stage 11 is tilted in the Y-direction around the X-axis, and can be calculated in the same manner as for the amount of yaw. The direction of measurement of the X and Y axes for each stage is not specific.

[0036] Repetition of a plurality of exposure runs leads on the other hand to the occurrence of a thermal deformation, such as shrinkage of the substrate 25. It is therefore necessary to correct a pattern shift caused by shrinkage, i.e., to correct magnification. Figs. 4(a) to 4(c) illustrate the principle of magnification correction in the X-axis direction. More specifically, while the illuminating light L irradiates the mask 31 from one end to the other, the X-direction coordinates are corrected on the basis of a

prescribed amount of magnification for the X-coordinate. As a result, even when there is a shift ΔX_m between one end of the mask 31 and one end of the substrate 25, as shown in Fig. 4(a), the relative shift ΔX_m at the ends of the substrate 25 and the mask 31 is corrected at a point in time shown in Fig. 4(c). Therefore, even if the substrate 25 shrinks through repetition of exposure, a shift of the pattern is corrected in each exposure step.

[0037] Magnification correction in the X-direction in this embodiment is carried out as follows. An amount of shift caused by thermal deformation between the substrate 25 and the mask 31 is measured prior to starting each exposing step, and the measured value is entered into the CPU 37 as an amount of magnification correction. The CPU 37 sets this amount of magnification correction separately for each prescribed X-coordinate. Each time the scanning stage 11 is driven to the prescribed coordinate, the substrate 25 is driven in the X-direction by the X-stage motor 21 in response to the amount of magnification correction at that coordinate, thus accomplishing the magnification correction.

[0038] The magnification correction in the Y-direction is accomplished within a narrow range of the width of the substrate 25, thus lowering the necessity to correct, as in the X-axis direction. When correcting the magnification in this direction, however, it suffices to expand or reduce the

range of the illuminating light L through an optical system (not shown) in the Y-direction before it is incident on the mask 31.

[0039] When the illuminating light L is irradiated onto the entire length in the X-direction of the substrate 25 while correcting the yaw direction and roll direction shifts caused by driving of the scanning stage 11, and correcting the magnification caused by thermal deformation of the substrate 25, driving of the scanning stage 11 is discontinued, thus completing pattern exposure of the mask 31 onto the substrate 25.

[0040] In the aforementioned embodiment, the substrate 25 is driven in the X-direction and the Y-direction for carrying out yaw correction, roll correction and magnification correction. A configuration in which the mask 31 is drivable not only in the Y-direction, but also in the X-direction may be adopted so that corrections may be accomplished by driving the mask 31 in the X-direction and the Y-direction. The above-mentioned corrections may be conducted by driving both the substrate 25 and the mask 31.

[0041] In the above-mentioned embodiment, roll correction and magnification correction are applicable in addition to yaw correction. The exposure apparatus of the present invention need only have a configuration in which at least one of these corrections can be carried out. When

performing yaw correction alone, for example, the configuration need only permit driving of the substrate 25 only in the X-direction, and the optical measuring unit 38 need only be capable of measuring only the X-direction shift of the substrate 25 and the mask 31.

[0042]

[Advantages] According to the present invention, as described above, shifts occurring between the substrate and the mask in the driving direction of the scanning stage and a direction perpendicular thereto or at least in one direction are measured, and exposure is carried out while removing the shifts by driving at least one of the mask and the substrate in response to the measured result. It is therefore possible to accurately expose the pattern of the mask without causing a shift in the substrate.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a perspective view illustrating the exposure apparatus of an embodiment of the present invention;

[Fig. 2] Fig. 2 is a schematic configuration diagram of the optical measuring unit in the embodiment shown in Fig. 1;

[Fig. 3] Fig. 3 is a descriptive view of the yaw correction principle in the embodiment shown in Fig. 1;

[Fig. 4] Figs. 4(a) to 4(c) are descriptive views of the

principle of magnification correction in the embodiment shown in Fig. 1;

[Fig. 5] Fig. 5 is a flowchart of the above-mentioned embodiment; and

[Fig. 6] Fig. 6 is a descriptive view of the principle of the reflecting-mirror-type projection exposure apparatus.

[Reference Numerals]

11: Scanning stage; 16: Main motor (first driving mechanism); 21: X-stage motor (second driving mechanism); 25: Substrate; 31: Mask; 33, 34, 35: Optical means; 36: Driving controller; 37: Setting section (CPU); 38: Optical measuring unit.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-235558

(43) 公開日 平成4年(1992)8月24日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 7/20		7818-2H		
	9/00	7707-2H		
G 0 5 D 3/00		Z 9179-3H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M		
			H 0 1 L 21/30	3 1 1 M
			審査請求	未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-2156

(22) 出願日 平成3年(1991)1月11日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 島海 正樹

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 清野 武寿

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 関谷 智司

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

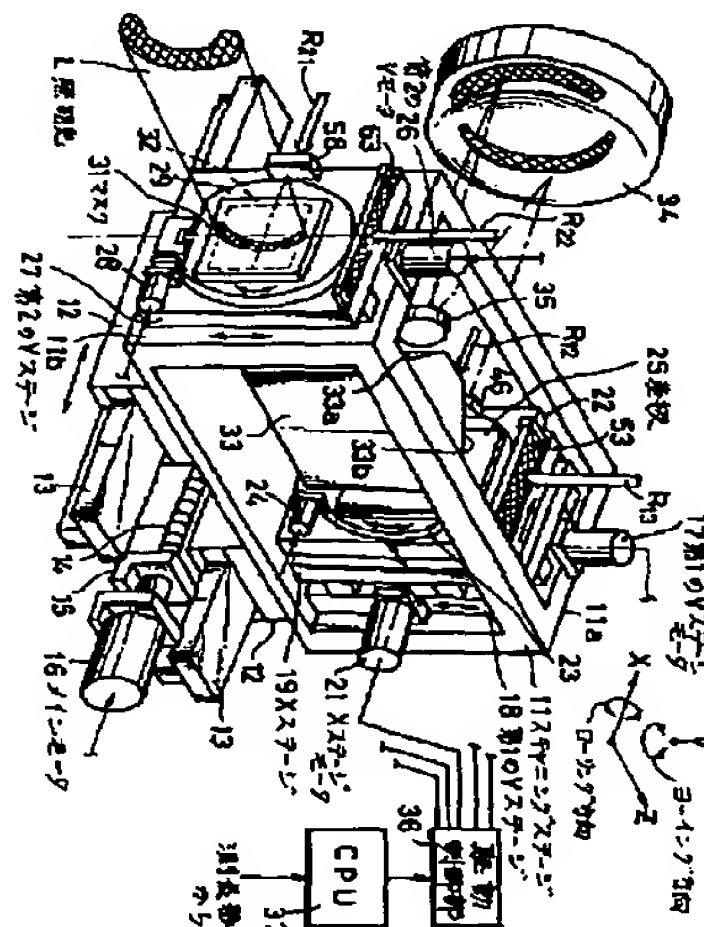
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、基板に露光されるマスクのパターンがずれることがないようにした露光装置を提供することを目的とする。

【構成】 メインモータによって駆動されるスキャンングステージの駆動方向と直交する方向に基板とマスクとが設けられている。スキャンングステージを駆動することによって生じる基板とマスクとのずれ量は、光学測定装置によって測定され、その測定値はCPUに入力される。CPUは駆動制御部を介して基板を保持したステージを駆動制御し、それによって基板とマスクとの間に生じたずれが除去されることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スキャニングステージと、このスキャニングステージを所定方向に駆動する第1の駆動機構と、この第1の駆動機構により駆動される上記スキャニングステージの駆動方向と直交する方向の一端側に設けられ基板を保持する第1の保持部および他端側に設けられマスクを保持する第2の保持部と、上記基板とマスクとの間に設けられ上記マスクに入射した照明光を上記基板に導く光学手段と、上記基板あるいはマスクの少なくとも一方を上記スキャニングステージ上においてスキャニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向に駆動する第2の駆動機構と、上記スキャニングステージが上記第1の駆動機構により駆動されることで生じる上記スキャニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向における上記基板とマスクとの間の相対的ずれ量を測定する測定手段と、この測定手段からの測定値に応じて上記基板とマスクとの間の相対的ずれがなくなるよう上記第2の駆動機構を駆動制御する制御手段とを具備したことを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、とくに大型の基板にパターンを露光するのに好適する露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 露光装置にはマスクと基板とを数十ミクロンのギャップで近接させて露光するプロキシミティ型露光装置、小型のマスクで大型基板上を細かく分割露光していくステッパ型露光装置、マスクと基板との間に光学系を設け、円弧照明により基板の一括露光を行う反射ミラー型投影露光装置などが知られている。

【0003】 上記プロキシミティ型露光装置は基板が大きくなる程、ギャップの設定が難しく、また解像力はギャップに依存するため10～30ミクロンと低い。上記ステッパ型露光装置は解像力も高く大型基板に対応可能であるが、スループットが悪く、各露光パターン間で面つぎを必要とするため、面つぎ部で露光パターンの劣化を招く。

【0004】 それに対して上記反射ミラー型投影露光装置は上記プロキシミティ型露光装置や上記ステッパ型露光装置のような問題がないため、大型の基板の露光に適する。図6は反射ミラー型投影露光装置の基本的構成を示す。すなわち、同図中1はマスクである。このマスク1は円弧スリット状の照明光Lによって照射される。このマスク1を透過した照明光Lは折返しミラー2の第1の反射面2aに入射してほぼ直角方向に反射する。この照明光Lの反射方向には凹面ミラー3が配設されている。この凹面ミラー3で反射した照明光Lは凸面ミラー4で反射して折返し、再び凹面ミラー3で反射してから上記折返しミラー2の第2の反射面2bで反射する。こ

の第2の反射面2bで反射した照明光は基板5を照射する。それによって、上記マスク1のパターンが上記基板5に投影されることになる。

【0005】 このような構成の反射ミラー型投影露光装置において、マスク1のパターン全体を基板5に投影するには、上記マスク1と基板5とを位置合せしたのち、これらを同方向に同時に移動させなければならない。そのため、上記マスク1、基板5は同一のステージに保持され、このスキャニングステージを駆動するようにしている。しかしながら、スキャニングステージを駆動機構によって駆動する場合、このスキャニングステージが駆動方向および直交する方向に対してねじれ（たとえばヨーイング等）を起こすことが避けられないから、それによってスキャニングステージの駆動方向および直交する方向の一端側と他端側とでずれが生じる。つまり、スキャニングステージの一端側に設けられたマスク1と基板5との間にずれが生じ、基板5に転写されるマスク1のパターンに歪みが生じることになる。

【0006】 スキャニングステージの移動精度を補償するため、スキャニングステージを空気静圧軸受でガイドし、その軸受圧力を変化させてスキャニングステージの移動精度を確保するようにしたものがある。しかしながら、空気静圧軸受を用いて空気の圧力を制御する方法は、空気が圧縮性であることにより、細かな制御を精度よく行うことが難しいばかりか、1つの軸受の制御が他の軸受へも影響を与える（軸干渉がある）ため、精度向上に限界が生じる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来の露光装置は、スキャニングステージを駆動することによってマスクと基板との間にずれが生じ、そのずれによって基板に転写されるパターンに歪みや倍率誤差が発生するということが避けられなかった。

【0008】 この発明は上記事情にもとずきなされたもので、その目的とするところは、スキャニングステージを駆動することによって生じるマスクと基板との間のずれを除去し、マスクパターンの転写精度の向上を計ることができるようにした露光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 この発明は、スキャニングステージと、このスキャニングステージを所定方向に駆動する第1の駆動機構と、この第1の駆動機構により駆動される上記スキャニングステージの駆動方向と直交する方向の一端側に設けられ基板を保持する第1の保持部および他端側に設けられマスクを保持する第2の保持部と、上記基板とマスクとの間に設けられ上記マスクに入射した照明光を上記基板に導く光学手段と、上記基板あるいはマスクの少なくとも一方を上記スキャニングステージ上においてスキャニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向に駆動する第2

の駆動機構と、上記スキヤニングステージが上記第1の駆動機構により駆動されることで生じる上記スキヤニングステージの駆動方向および直交する方向または少なくとも一方向における上記基板とマスクとの間の相対的ずれ量を測定する測定手段と、この測定手段からの測定値に応じて上記基板とマスクとの間の相対的ずれがなくなるよう上記第2の駆動機構を駆動制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0010】

【作用】上記の構成において、スキヤニングステージが駆動されることで基板とマスクとの間に相対的なずれが生じると、そのずれが測定手段によって測定されることで、その測定値に応じて第2の駆動機構が駆動され、上記ずれが除去される。

【0011】

【実施例】以下、図面を参照してこの発明の実施例を説明する。

【0012】図1はこの発明の一実施例に係る露光装置の構成を示す斜視図である。この露光装置はスキヤニングステージ11を備えている。このスキヤニングステージ11は長手方向両側面および上面が開口した中空直方体状に形成されていて、下面の長手方向両端部にはそれぞれ断面はほぼコ字状をなした空気静圧軸受12がスキヤニングステージ11の幅方向に沿って設けられている。これら空気静圧軸受12は平行に離間対向して配設された一对のガイド体13に非接触状態でスライド自在に嵌挿されている。すなわち、スキヤニングステージ11は、上記一对のガイド体13に空気圧によって非接触状態で支持されている。

【0013】上記一对のガイド体13間には、ガイド体13と平行に駆動ねじ14が設けられている。この駆動ねじ14は両端部が一对の受け部15（一方のみ図示）によって回転自在に支持され、中途部は上記スキヤニングステージ11の下面に設けられた図示しない連結部に螺合されているとともに、他端は第1の駆動機構を構成するメインモータ16に連結されている。駆動ねじ14はメインモータ16によって回転駆動される。それによって、スキヤニングステージ11は一对のガイド体13に沿って駆動される。スキヤニングステージ11のガイド体13に沿う駆動方向をX方向とする。

【0014】上記スキヤニングステージ11の上記メインモータ16による駆動方向と直交する方向の一方の側壁11a内面には、第1のYステージモータ17によってスキヤニングステージ11の高さ方向（この方向をY方向とする）に駆動される第1のYステージ18が一側面をスライド自在に接合させて設けられている。この第1のYステージ18の他側面にはXステージ19が一側面をスライド自在に接合させて設けられている。このXステージ19はXステージモータ21によって上記第1のYステージ18の駆動方向と直交するX方向、つまり

メインモータ16によるスキヤニングステージ11の駆動方向と同方向に駆動されるようになっている。このXステージ19の他側面には、フォーカス調整するために上記Y方向とX方向とがなす平面と直交するZ方向に図示せぬ駆動源によって微小駆動されるZチルトステージ22が一側面を対向させて設けられている。このZチルトステージ22の他側面には、この面と直交する方向を回転中心軸とする θ 方向に回転自在な第1の保持部としての第1の θ テーブル23が一側面を接合させて設けられている。この第1の θ テーブル23は、第1の θ モータ24によって θ 方向に回転駆動されるようになっている。上記 θ テーブル23の他側面には大型の基板25がたとえば真空吸着などの手段によって吸着保持され、この基板25には後述するマスク31のパターンが転写されるようになっている。

【0015】上記スキヤニングステージ11の他方の側壁11bの外面には第2のYモータ26によってY方向に駆動される第2のYステージ27が一側面を接合させて設けられている。この第2のYステージ27の他側面には第2の θ モータ28によって θ 方向に回転駆動される第2の保持部としての第2の θ テーブル29が設けられている。この θ テーブル29の他側面には所定のパターンが形成された上記マスク31が真空吸着などの手段によって保持されている。上記第2の θ テーブル29、第2のYステージ27および上記スキヤニングステージ11の他方の側壁11bの上記マスク31のパターンが形成された部分と対応する部分には、光が透過する開口32（第2の θ テーブル29の開口32だけ図示）が穿設されている。

【0016】上記スキヤニングステージ11の長手方向中央部分、つまり第1の θ テーブル23に保持された上記基板25と上記第2の θ テーブル29に保持されたマスク31の間には断面台形状をなし、両側がそれぞれ第1、第2の反射面33a、33bに形成された折返しミラー33が配置されている。この折返しミラー33の第1の反射面33aにはマスク31の高さ方向（Y方向）ほぼ全長を照射する断面が円弧スリット状に形成されたg線やl線などの波長の短い照明光Lが上記マスク31を透過して入射する。第1の反射面33aで反射した照明光Lは、上記折返しミラー33と対向して配置された凹面ミラー34で反射する。この凹面ミラー34と上記折返しミラー33の間には凸面ミラー35が配設されている。上記凹面ミラー34で反射した照明光Lは上記凸面ミラー35で反射したのち、再び上記凹面ミラー34で反射して折返しミラー33の第2の反射面33bに入射して上記第1の θ テーブル23に保持された基板25を照射する。それによって、上記基板25には上記マスク32のパターンが転写される。

【0017】なお、上記折返しミラー33、凹面ミラー34および凸面ミラー35は、スキヤニングステージ1

5

1の移動に連動しないよう図示しない固定部に固定して設けられ、これらの対向間隔が常に一定に保たれるようになっている。

【0018】上記メインモータ16、第1のYステージモータ17、Xステージモータ21、第1のθモータ23、第2のYモータ26および第2のθモータ28は駆動制御部36に接続され、この駆動制御部36からの駆動信号に応じて作動するようになっている。この駆動制御部36には設定部としてのCPU37が接続され、このCPU37からの信号によって上記駆動制御部36から駆動信号が出力されるようになっている。

【0019】スキャニングステージ11がメインモータ16によってX方向に駆動されると、このスキャニングステージ11がY軸を回転中心として回転することで生じる基板25とマスク31との間のX方向に沿うずれ量（以下ヨーイングずれ量という）と、駆動ねじ14（X軸）を回転中心として回転することで生じるY方向に沿う基板25とマスク31とのずれ量（以下ローリングずれ量という）とが図2に示す光学測定装置38によって測定される。なお、図2においては、測定状態を分かり易くするため、第1図に比べて基板25とマスク31との位置関係が逆になっている。

【0020】すなわち、上記光学測定装置38はスキャニングステージ11の長手方向一端側に設置されたレーザヘッド41を有する。このレーザヘッド41から出力されたレーザ光Rは、第1の反射体42で上記スキャニングステージ11の長手方向と平行な方向に進路変更される。進路変更されたレーザ光Rは、Zチルドステージ22のY方向に沿う側面と対向する位置で第1のビームスプリッタ43によって垂直方向に上方に反射する光R1と直進方向に透過する光R2とに分割される。

【0021】上記第1のビームスプリッタ43で反射した光R1は第2のビームスプリッタ44によって水平方向に反射する第1の反射光R12と、垂直方向に透過する第1の透過光R13とに分割される。第1の反射光R12は第1のXインタフェロメータ45に入射する。このインタフェロメータ45から出射する第1の反射光R12は上記Zチルドステージ22のY方向に沿う上記側面に設けられた第1のXミラー46に入射する。この第1のXミラー46で反射した第1の反射光R12は上記第1のXインタフェロメータ45を介して第1のXレシーバ47に受光される。それによって、上記Zチルドステージ22のX方向の変位量、つまり基板25のX方向の座標 X_p が光干渉によって測定され、その測定値は測長器48に入力される。

【0022】上記第1の透過光R13は第2の反射体51で水平方向に反射して第1のYインタフェロメータ52に入射する。この第1のインタフェロメータ52から出射する第1の透過光R13は上記Zチルドステージ22のX方向に沿う上端面に設けられた第1のYミラー53に

6

入射する。この第1のYミラー53で反射した第1の透過光R13は上記第1のYインタフェロメータ52を介して第1のYレシーバ54に受光される。それによって、上記Zチルドステージ22のY方向の変位量である基板25のY方向の座標 Y_p が測定され、その測定値は上記測長器48に入力される。

【0023】上記第1のビームスプリッタ43を透過した光R2は上記第2のYステージ26のY方向に沿う一側面と対応する位置で第3の反射体55によって垂直方向上方へ反射する。第3の反射体55で反射した光R2は第3のビームスプリッタ56で水平方向に反射する第2の反射光R21と、垂直方向に透過する第2の透過光R22とに分割される。

【0024】上記第2の反射光R21は第2のXインタフェロメータ57に入射する。このインタフェロメータ57から出射する第2の反射光R12は上記第2のYステージ26のY方向に沿う一側面に設けられた第2のXミラー58に入射する。この第2のXミラー58で反射した第2の反射光R12は上記第2のXインタフェロメータ57を介して第2のXレシーバ59に受光される。それによって、上記第2のYステージ26のX方向の変位量であるマスク31のX方向の座標 X_m が測定され、その測定値は上記測長器48に入力される。

【0025】上記第2の透過光R22は第4の反射体61で水平方向に反射し、上記第2のYステージ26の上端面に対応する位置で第2のYインタフェロメータ62に入射する。このインタフェロメータ62から出射する第2の透過光R22は上記第2のYステージ26のX方向に沿う上端面に設けられた第2のYミラー63に入射する。この第2のYミラー63で反射した第2の透過光R22は上記第2のインタフェロメータ62を介して第2のYレシーバ64に受光される。それによって、上記第2のYステージ26のY方向の変位量であるマスク31のY方向の座標 Y_m が測定され、その測定値は上記測長器48に入力される。

【0026】上記測長器48では基板25とマスク31とのX方向とY方向との座標の相対的ずれ量が求められる。すなわち、上記基板25のマスク31に対するX方向の相対的ずれ量 ΔX_p は、 $(\Delta X_p = X_m - X_p)$ で求められ、Y方向のずれ量 ΔY_p は、 $(\Delta Y_p = Y_m - Y_p)$ で求められる。

【0027】上記測長器48で求められた上記基板25のマスク31に対するX方向の相対的ずれ量 ΔX_p と、Y方向のずれ量 ΔY_p は上記CPU37に入力される。CPU37では、上記測長器48からのずれ量 ΔX_p 、 ΔY_p を後述する補正係数 A_x 、 A_y で補正し、その補正された値が駆動信号となって上記駆動制御部36に入力される。この駆動制御部36は、CPU37からの駆動信号にもとずいて上記Xステージモータ21と第1のYステージモータ17とを上記ずれ量 ΔX_p と ΔY

p とが0になるよう駆動する。それによって、Z方向において相対向する基板26とマスク31とのX方向とY方向との相対的なずれをなくすることができるようになっている。

【0028】上記補正係数 A_x 、 A_y は、上記光学測定装置38の各部品のアライメントのずれによって生じる測定誤差を補正するための係数である。したがって、基板25が実際に駆動されるX方向とY方向とのずれを補正するために駆動される駆動量 $\Delta X_p'$ 、 $\Delta Y_p'$ は、

$$\Delta X_p' = A_x \cdot \Delta X_p$$

$$\Delta Y_p' = A_y \cdot \Delta Y_p$$

【0029】となる。上記補正係数 A_x 、 A_y は、たとえばスキニングステージ11のX方向の駆動量が0の状態では基板25とマスク31とのX方向とY方向との座標を測定し、そのときのずれ量が0となるように設定すればよい。なお、上記第1のYミラー53と第2のYミラー63の長さ寸法は、照明光Lが基板25をX方向に沿って照射する距離よりも長く設定されている。つぎに、上記構成の露光装置の動作を第4図を参照しながら説明する。

【0030】まず、CPU37にX方向とY方向との補正係数 A_x 、 A_y を設定したならば、基板25とマスク31とのアライメントを行う。つまり、第2のYステージモータ27と第2のθモータ28とを駆動してマスク31を所定の位置に位置決めしたならば、第1のYステージモータ17、第1のXステージモータ21およびリットル1のθモータ24を駆動して基板25を上記マスク31に位置合せする。

【0031】基板25とマスク31とのアライメントが終了したならば、マスク31から照明光Lが入射されるとともに、メインモータ16が駆動されてスキニングステージ11が駆動ねじ14によってX軸方向に沿って駆動される。それによって、マスク31のパターンが折返しミラー33、凹面ミラー34および凸面ミラー35からなる光学手段を介して基板25に照射されるから、この基板25に上記マスク31のパターンが露光されることになる。

【0032】スキニングステージ11がX軸方向に駆動されると、光学測定装置38の測長器48によって基板25とマスク31とのX方向とY方向との相対的なずれ量が測定される。測長器48によって測定された基板25とマスク31とのX方向とY方向との座標のずれ ΔX_p 、 ΔY_p が測定されると、そのずれ量 ΔX_p 、 ΔY_p が補正係数 A_x 、 A_y で補正される。そして、補正されたずれ量 $\Delta X_p'$ 、 $\Delta Y_p'$ にもとづいて駆動制御部36によって基板25を保持した第1のYステージ18とXステージ19とが駆動されて上記ずれ量 $\Delta X_p'$ 、 $\Delta Y_p'$ が除去される。

【0033】すなわち、スキニングステージ11をX軸方向に沿って駆動することでこのスキニングステー

ジ11にヨーイングやローリングが生じ、基板25とマスク31との間にX方向とY方向とに沿うずれが生じて、ずれが生じると同時にそのことが光学測定装置38によって検出され、CPU37を介して駆動制御部36が駆動されることで補正される。したがって、上記基板25には、マスク31のパターンをずれが生じることなく転写することができる。

【0034】図3はヨーイングの発生の説明図である。すなわち、スキニングステージ11がX軸方向に沿う駆動方向に対してY軸を回転中心として角度 θ_y で傾いたとき、基板25とマスク31との間隔を1とすると、マスク31側から入射する照明光Lは、基板25上における照射位置が ΔX_y ずれることになる。したがって、この ΔX_y がヨーイング量となり、このヨーイング量 ΔX_y は、($\Delta X_y = 1 \cdot \theta_y$)で求めることができる。

【0035】なお、図示はしないが、ローリング量はスキニングステージ11がX軸を回転中心としてY方向に傾いたときに生じるずれであり、ヨーイング量と同様にして求めることができる。また、各ステージのX、Y軸を測定する方向は特定されるものでない。

【0036】一方、露光を何回も繰返すことで基板25に収縮などの熱変形が生じるから、その収縮などによるパターンのずれの補正、つまり倍率補正をする必要がある。図4(a)～(c)はX軸方向の倍率補正の原理を説明している。すなわち、照明光Lがマスク31の一端から他端を照射する間に、それぞれのX座標において、基板25のX方向の座標が所定の倍率補正量にもとづいて補正される。それによって、図4(a)のごとくマスク31の一端と基板25の一端との間に ΔX_m のずれがあっても、図4(c)の時点では基板25とマスク31との一端における相対的なずれ ΔX_m が補正されるから、露光を繰返すことで基板25が収縮などしても、各露光工程におけるパターンのずれが補正されることになる。

【0037】この実施例におけるX方向の倍率補正量は以下のごとく行われる。すなわち、各露光工程を開始する前に、基板25とマスク31との熱変形によるずれ量が測定され、その測定値が倍率補正量としてCPU37に入力される。CPU37は、上記倍率補正量を所定のX座標ごとに分割設定する。そして、スキニングステージ11が上記所定のX座標に駆動されるごとに、その座標における倍率補正量に応じてXステージモータ21によって基板25がX方向に駆動されて上記倍率補正が行われる。

【0038】なお、Y方向の倍率補正は、基板25の幅の狭い方向となるため、X軸方向程、補正する必要が少くないものの、その方向の倍率補正をする場合には、照明光Lがマスク31に入射する前に図示しない光学系でY方向に拡大あるいは縮小すればよい。

【0039】このように、スキニングステージ11の

駆動にともない生じるヨーイング方向とローリング方向とのずれの補正および基板25の熱変形による倍率補正が行われながら照明光Lが基板25のX方向に沿う全長を照射すると、スキャニングステージ11の駆動が停止されて基板25へのマスク31のパターン露光が終了する。

【0040】なお、上記一実施例ではヨーイング補正、ローリング補正および倍率補正を行うのに基板25をX方向とY方向とに駆動したが、マスク31をY方向だけでなく、X方向にも駆動できる構造にし、マスク31をX方向とY方向とに駆動して上記各補正を行うようにしてもよく、あるいは基板25とマスク31との両者を駆動して上記補正を行うようにしてもよい。

【0041】また、上記一実施例では、ヨーイング補正の他にローリング補正と倍率補正を行うようにしたが、この発明の露光装置は少なくとも各補正が1つ以上が行える構成であればよい。たとえばヨーイング補正だけの場合、基板25はX方向にだけ駆動される構成であればよく、また光学測定装置38は基板25とマスク31とのX方向のずれ量だけを測定できればよい。

【0042】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、スキャニングステージの駆動方向および直交する方向また

は少なくとも一方向の基板とマスクとの間に生じるずれを測定するとともに、その測定値に応じて上記マスクあるいは基板の少なくとも一方を駆動して上記ずれを除去しながら露光するようにしたから、上記マスクのパターンを上記基板にずれが生じることなく精度よく露光することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る露光装置の概略的構成を示す斜視図。

【図2】同実施例における光学測定装置の概略的構成図。

【図3】同実施例におけるヨーイングの補正原理の説明図。

【図4】図4(a)～(c)は同実施例における倍率補正原理の説明図。

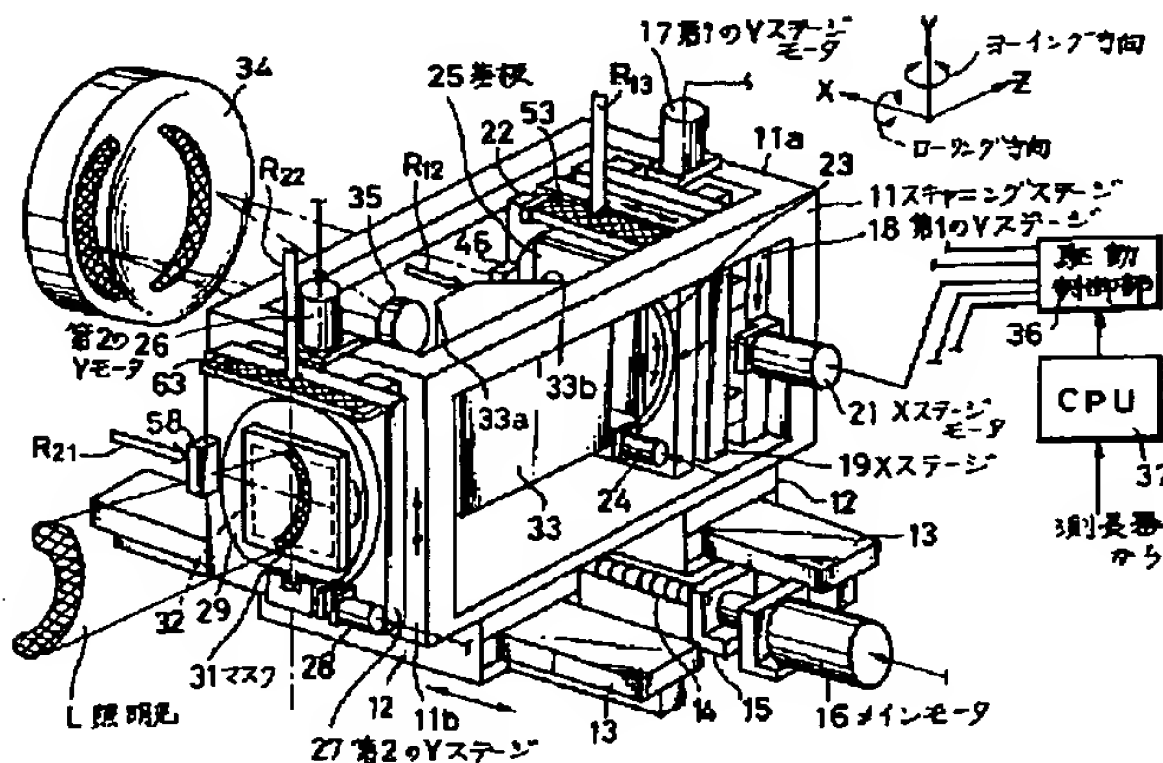
【図5】同実施例におけるフローチャート。

【図6】反射ミラー型投影露光装置の原理の説明図。

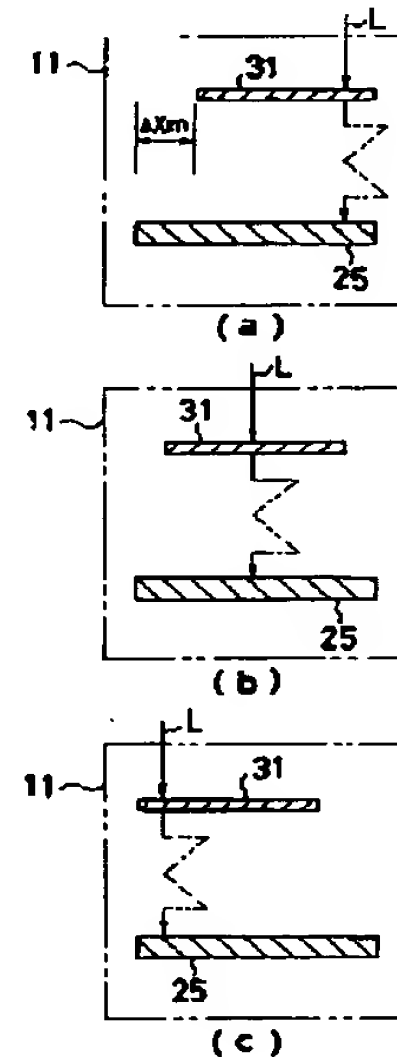
【符号の説明】

11…スキャニングステージ、16…メインモータ（第1の駆動機構）、21…Xステージモータ（第2の駆動機構）、25…基板、31…マスク、33、34、35…光学手段、36…駆動制御部、37…設定部（CPU）、38…光学測定装置。

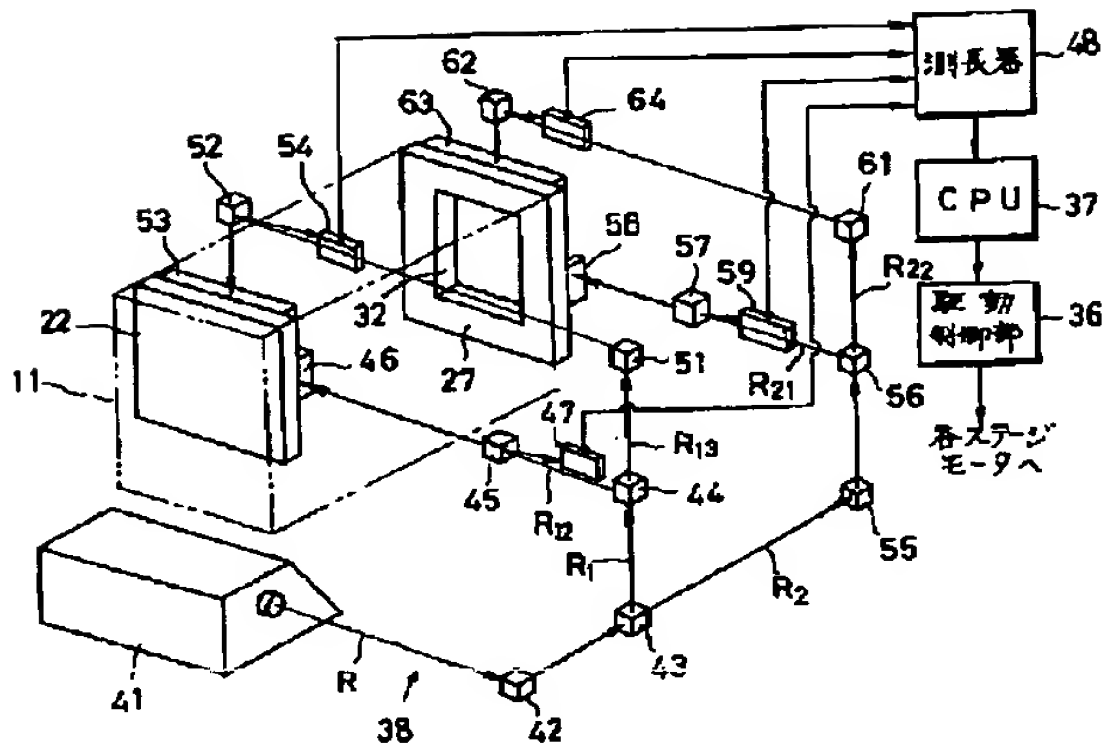
【図1】



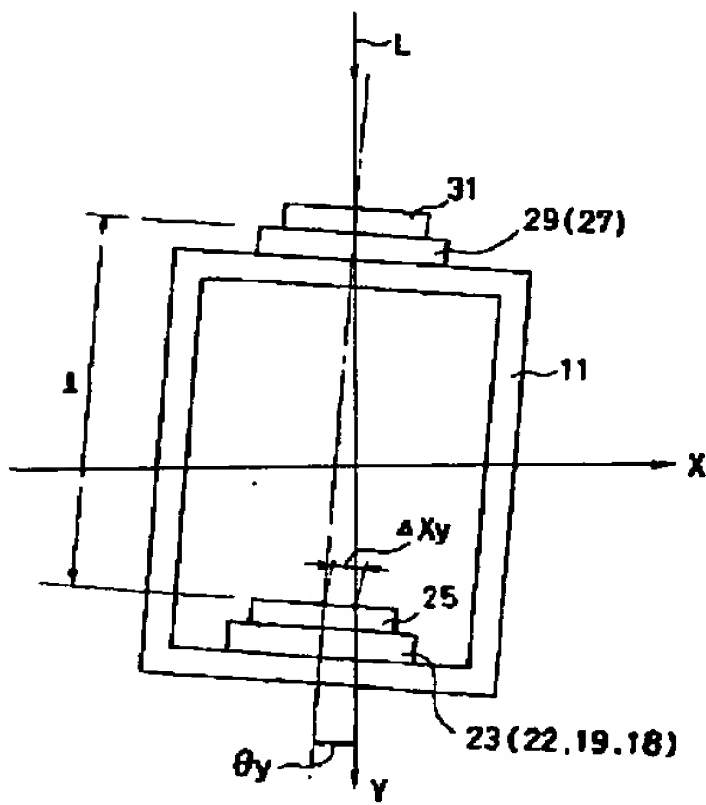
【図4】



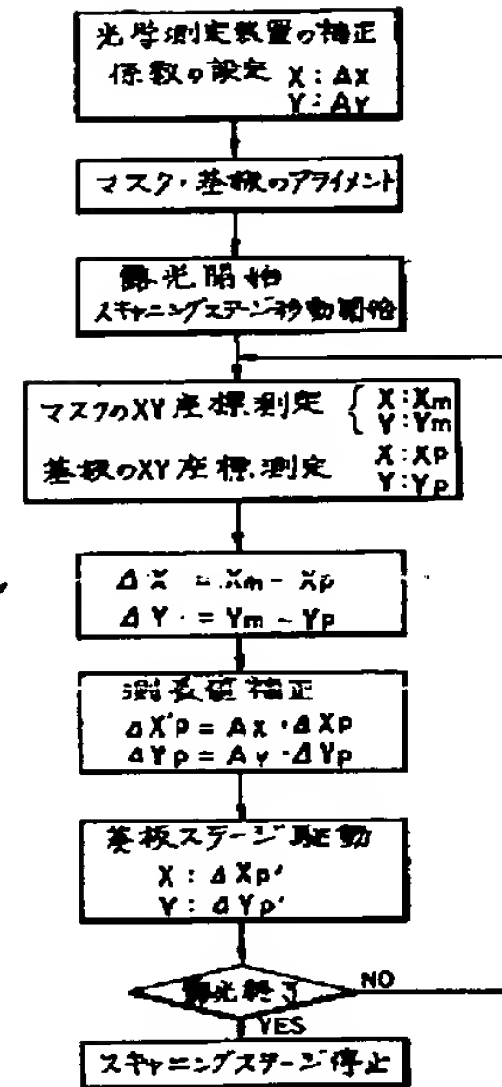
【図2】



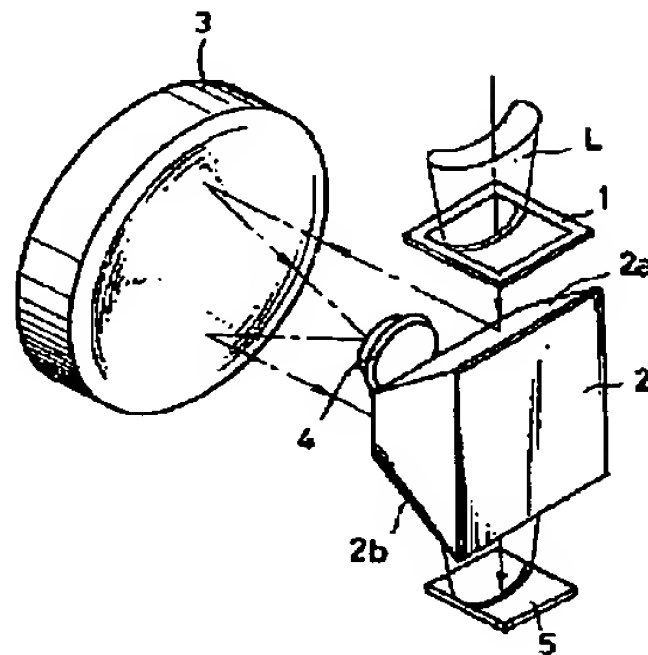
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 高須 登
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 鈴木 亮一
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内